

海中懸濁物質並びに主としてその点から見た貝類 養殖場の特性に関する研究

古川 厚・野上 和彦・久岡 実

小笠原 義光・岡本 亮・小林 歌男

A Study on the Suspended Matter in the Sea and Its Importance as a Factor Characterizing the Environment of Shellfish Culture Grounds

Atsushi FURUKAWA · Kazuhiko NOGAMI

Minoru HISAOKA · Yoshimitsu OGASAWARA

Ryo OKAMOTO · Utao KOBAYASHI

Culture of marine bivalves represents a very important portion of the aquiculture conducted in shallow seas and protected bays. In particular, pearl and oyster cultures are practised on a large scale by the intensive method, employing highly specialized techniques and suffering little fluctuation of harvest. Even in these highly developed shellfish cultures, culturists are compelled to depend entirely on their long experience and special talent at a certain step of the culture, because of the lacking in pertinent scientific researches. Selection of sites for culture grounds is one of such steps. So far, the results of trial culture have been done the exclusive guide for a culturist in deciding the sites of his culture grounds. In addition, there has been tendency for culturists to adhere to their traditional culture grounds because of their conventionalism, in spite that those grounds are not suited to the species they raise.

In order to eliminate these situations and carry out the shallow-sea aquiculture of this country on a more rational basis, it seems necessary to grade or classify water areas according to their characteristics as the environment for bivalves, so that each water area may be used for the culture of the most suitable species. The importance of such a work can be compared to that of soil survey in agriculture.

The present study was undertaken from this point of view, and the attempt was made to characterize the environment of those water areas, now utilized for shellfish culture, chiefly on the basis of the quality and quantity of the suspended matter in the water.

The suspended matter occurring in natural waters has so far been studied chiefly by oceanographers, most of the works being concerned with the suspended matter of the offshore regions of the sea. Although there are a few works that dealt with suspended matter in relation to the organic production in the sea, their results do not appear to be readily applicable to the problems of aquiculture.

The present authors presumed, from the feeding habit of bivalves, that whether a given water area is suited for the feeding and nutrition of a certain bivalve or not should depend largely on the quality and quantity of the suspended matter that occurs there. They therefore

investigated into some basic aspects of suspended matter with special emphasis on their bearing on the feeding and nutrition of bivalves. The results are presented in Part 1 of this paper, and are summarized below.

The term of "suspended matter" as is used in this paper designates collectively whatever minute particle occurs suspended in natural waters; it therefore includes bacteria, planktons and other organisms, whether they are live or dead, and also any other particulate matter of organic or inorganic origin.

The difficulties first encountered in a study of suspended matter are the methods of collection and of various measurements. The authors collected the suspended matter quantitatively by filtering sea water *in situ* through the filters lowered to desired water depths ("direct underwater filtration method"). In those fields surveys in which the quality and quantity of suspended matter should be measured quickly, an underwater optical method was used. It was shown by critical examination that these methods suite to at least those requirements that are imposed by the current knowledge on the feeding habit of bivalves.

It was shown that suspended particles finer than 100μ in diameter, as well as those coarser than 100μ , are distributed in the sea in highly heterogeneous manner, that it is therefore advisable to cover a certain length of time or a certain area of water in a single sampling if the sample is to represent a water mass or water area, and that such a device as a water bottle with a capillary inlet is suited to obtain such a sample.

Suspended matter was separated into two fractions at the time of collection, one consisting of particles coarser than 100μ in diameter, and the other, of particles finer than 100μ . (Dividing line was set at 100μ simply for convenience's sake.) In shallow seas and protected bays, the fine-particle fraction always overweighed the coarse-particle fraction (in dry weight), and was constituted mainly of minute chlorophyll-free particles. Phytoplankton usually accounted for only a very small portion of this fraction. The ash content of this fraction tended to be high in the vicinity of land.

Recovery of suspended matter from water by filtration or other methods requires so much labor that it can hardly be practised in the survey of the shallow seas and protected bays where the environmental conditions are changeable and measurements should be taken at short intervals of time and space. The authors therefore sought for a substitutive method by which the quality and quantity of suspended matter could be determined comparatively quickly in the field, and adopted an optical method, though this gave relative measurements only.

Very generally speaking, there is hyperbolic relationship between the transparency (Secchi disc depth) and the concentration of coarse or fine suspended particles. According to the data so far obtained, however, the variance of the regression is too great for the value of one variable to be estimated from that of the other.

The authors found that, in many protected bays, the following relationship holds statistically between the Secchi disc depth (T) and the extinction coefficient (μ),

$$\mu = a T^{-0.3}$$

where a is called the "suspension factor" and regarded as a measure of average particle size by the authors.

Detailed features of the occurrence of suspended matter, particularly the spatial distribution and the local time change, were closely studied in Kaida Bay near Hiroshima City. Observations

conducted at the fixed stations in this bay, indicated that both the quality and quantity of suspended matter change considerably with time. The change occurs even within a short period of time. There are also periodic changes which are apparently diurnal but can be correlated to the tidal cycle in most of the cases. As for the seasonal change, the suspended matter is generally abundant (in terms of dry weight) and its particle size is generally small during spring and summer, while the reverse is the case during autumn and winter.

In shallow seas and protected bays, the quality and quantity of suspended matter are appreciably affected by wind and precipitation. In these waters, the spatial distribution of suspended matter does not always coincide with that of chlorinity; this is probably due largely to the fact that, while chlorinity is determined by the mixing ratio of offshore water and river drainage, the suspended matter is supplied not only by river drainage but also from the sea bottom (through wind agitation and tidal soring) and by localized multiplication of micro-organisms including plankters.

In any bay or shallow sea the spatial distribution of suspended matter changes considerably with time. Nevertheless, if we consider the distribution at a definite time, we can distinguish the entire area of a bay (or shallow sea) into those subarea each of which is distinct from others in respect of the quality and quantity of suspended matter. The arrangement of these subareas (i. e., the relative position of each subarea to others) does not vary from one year to another, provided that both the tidal phase and the season of the year are the same, while the absolute positions of the boundary lines separating these subareas are shifted to and fro in different years.

The vertical distribution of suspended matter does not always coincide with that of chlorinity. As it was the case in horizontal distribution, the discrepancy is caused mainly by the bottom mud being stirred up by wind, tide or other factors.

As for the origin of the suspended matter occurring in shallow seas and protected bays, it was deduced that inorganic suspended matter is generally of terrestrial origin, and that organic suspended matter owes its origin mainly to the organic production in the sea.

Basing on the foregoing findings on the properties, spatial distribution and time change of the suspended matter, the authors analyzed the environmental conditions of shellfish culture grounds. The results are presented in Part II of this paper, and are summarized below.

The authors' experiments, as well as the studies by other workers, indicated that bivalves ingest the suspended matter of selected particle size, the optimal particle size varying with species and with growth stage. It was shown that the pumping rate, upon which the feeding rate depends primarily, reaches the maximum within a well-defined chlorinity range in each species of bivalves.

Field surveys were carried out on the principal shellfish culture grounds of this country, and the environmental conditions of these grounds were analyzed and classified with regards to the particle size of suspended matter and the chlorinity. The water temperature, which is known to affect various phases of bivalves' biology profoundly was not taken up in the analyses, because this factor has been properly taken into account in practising the shellfish culture,

The surveys covered the following culture grounds :

Oyster culture grounds : - Hiroshima Bay (Hiroshima Pref.), the Naka-no-umi (Shimane Pref.), Maizuru Bay (Kyoto Pref.), and Matsushima Bay and the Mangoku-ura (Miyagi Pref.)

Pearl culture grounds: pearl farms located in Hiroshima Pref., in Omura Bay (Nagasaki Pref.) and in Mie Pref.

Ark-shell culture grounds: the Naka-no-umi (Shimane Pref.) and Kasaoka Bay (Okayama Pref.).

It was shown that the environmental conditions of these culture grounds can be compared conveniently with each other with the help of the **a-Cl** diagram, **a** being the suspension factor and **Cl**, the chlorinity. It was found that those culture grounds which are used successfully for various types of bivalve cultures arrange themselves in the following order with regards to **a** and **Cl**, representing those by the number of two figures, where the number at the place of ten means a-value and that at the place of one the grade of cl‰, divided the range 0~20‰ into 10, as shown in figure 87. spat collection ground of ark-shell (*Aradara subcrenata*) ≡ growing ground of ark-shell > spat collection ground of oyster (*Ostrea gigas*) > spat collection ground of pearl oyster (*Pinctada martensii*) > fattening ground of oyster > "finishing" (final nacre deposition) ground for pearl culture ≧ intermediate growing ground of oyster ≡ growing ground of young pearl oyster prior to nucleus insertion.

It is anticipated that these findings will serve as a guide in selecting sites for culturing a certain species or in choosing proper species to be cultured in a certain water area.

目 次

緒 言	6
第1編 懸濁質に関する基礎的研究	10
第1章 懸濁質の定義並びに調査測定法	10
第1節 懸濁質の定義	10
第2節 懸濁質の測定法	10
第1項 濾過測定法	10
第2項 光学的測定法	12
i 水中照度測定法	12
ii 水中濁度測定法	12
第3節 懸濁質の調査法に関する考察	16
第1項 大型懸濁質について	16
第2項 小型懸濁質について	19
第2章 懸濁質の本体に関する研究	20
第1節 浅海懸濁質の粒子組成	20
第1項 乾物量より見た大型・小型懸濁質の割合	21
第2項 Optical density から見た相対粒子組成	22
第3項 懸濁質係数より求めた粒子径並びに若干の吟味	23

第2節	光学的手法による懸濁質の量的認知に関する考察	33
第1項	透明度と大型懸濁質量との関係	33
第2項	透明度と小型懸濁質との関係	36
第3項	消散係数による小型懸濁質乾物量の推定について	38
第3節	貝類に対する栄養の面から見た各種懸濁質の意義	39
第1項	全懸濁質中に占める量的位置より見た Phyto-plankton の餌料的意義について	39
第2項	灼熱減量より見た小型懸濁質の餌料的意義について	41
第3項	粒度分布別有機質含量	44
第3章	浅海内湾における懸濁質の実態に関する研究	47
第1節	浅海内湾における懸濁質の時間的変化	48
第1項	懸濁質の短時間内変化について	48
第2項	懸濁質の日変化について	52
第3項	懸濁質の周年変化について	53
第2節	浅海内湾における懸濁質の分布	61
第1項	塩素量より見た海田湾の概況	61
第2項	懸濁質係数による水域区分について	65
第3項	水中濁度による水域区分について	69
第4項	懸濁質と降雨量との関係	76
第3節	浅海内湾における懸濁質の起源に関する予備的考察	80
第2編	懸濁質より見た各種貝類養殖場の特性について (貝類養殖適地の指標に関する研究)	82
第1章	貝類養殖場の特性区分調査の基礎となった貝類の摂餌習性概要	83
第2章	カキ養殖場について	88
第1節	松島湾・万石浦養殖場	88
第2節	中海・舞鶴湾養殖場	92
第3節	広島湾養殖場	97
第1項	太田川尻(草津沖)養殖場	97
第2項	海田湾養殖場	103
第3項	島嶼周辺養殖場	106
第4項	広島湾養殖場についての総合的考察	108
第4節	カキ養殖場の特性	113
第3章	真珠養殖場について	113
第1節	大村湾海区養殖場	114
第2節	三重県下真珠養殖場	120

第1項 北部養殖場	120
第2項 中部養殖場	124
第3項 南部養殖場	129
第3節 瀬戸内海養殖場	132
第4節 真珠養殖場の特性	134
第4章 モガイ養殖場について	135
第1節 中海荒島沖漁場	135
第2節 笠岡湾漁場	136
第3節 モガイ養殖場の特性概要	137
第5章 懸濁質より見た貝類養殖場特性の相互関係	137
結 言	140
綜 括	140
文 献	142
Appendix	147

緒 言

浅海貝類養殖は他の水産業分野と同様、生産対象生物の自己発展に負う所が多く、生産自体が極めて直接的に自然に露出している。その上現在の段階では自然条件を人為的に改変することはごく一部のものを除くほかは、ほとんど不可能に近い状態にある。一方生産対象貝類は他の魚類等に比較すれば、各種棲息条件の変化に応じての移動性は少なく、その上、同一種においても、生活史の各段階に応じて、最適の環境条件が異なる。

それ故貝類養殖の生産を増大せしめる技術的方策は、生産対象貝類の自己発展のための好適条件を対象生物の生活史の段階に応じて、人為的移動移殖により供与する以外に道はないように考えられる。

従って、上記の方策を施行するためには、生産対象生物の成長段階に見られる諸特性とそれに対応する好適環境条件の決定が、重要な課題となるであろう。

一方生物生産の場が、いわゆる養殖生産のそれに対応するものではなく、前者が後者として使用されるためには、それ相応の条件が具備される必要がある。今養殖漁場を抽象的に考えれば、それは少なくとも、生産対象生物の棲息可能水域でなければならない。さらに養殖が経済的行為であることから、それを営む経営体の社会経済的背景のもとに、いわゆる養殖経営可能水域としての限界性をもっている。従って養殖場は棲息可能水域と養殖経営可能水域との重複水域として成立するものと考えられる。

養殖経営可能水域に関しては一応おくとして、棲息可能水域について考えれば、そこには各種の段階が各生物の棲息可能密度の上で存在することが予想され、ある程度以上の棲息量を予想し得る水域を一般には適地と称している場合が多い。

今の所棲息可能水域の決定自身一つの大きな課題であるにちがいないが、本邦沿岸における貝類養殖に限定するならば、ある程度までの棲息可能水域の規定は、例えそれが直感的な面が多分に介在するとしても、一応なんらかの方法で行なわれているように考えられる。一方浅海貝類養殖での問題点は、棲息可能水域の決定ではなくして、上述した意味での適地の決定の場合が多いように考えられる。

本研究は、主として貝類養殖適地判定の指標として、水中懸濁質が極めて重要であることを実証しようとしたものである。

さて、生物の環境は多くの要因によって成立していることは周知の所であるが、一応棲息可能水域内で考えれば、その中で棲息量を大きく左右するものは、そこに供給される有効餌料量の多寡の問題であろう。

著者等は上記の主旨に基づいて、浅海貝類養殖場の特性を、主として貝類餌料と考えられる海水中の懸濁質の質量から研究した。

なお本研究にあたっては、現在養殖場として成立している水域の調査研究が主であって、その調査結果から、一般的な養殖場適地の標示を導き出そうとしたわけである。ただ以上のような研究方法においては、次の如き諸点が問題となる。すなわち、大体養殖場は自然に形成された Ecosystem に程度の差はあれ、人為的手法により、ある特定生物群を挿入する（移殖）か、あるいは一定生物の発展を助長することが行なわれており、天然の生物生産環を人為的に変化させている。従ってこのような場での研究結果が直ちに自然に存在する場に適用され、適地推定の資となるためには、さらに自然の水域が養殖場に転化して行く過程の変化について研究する必要があるが、この点はなお将来の問題として残されている。

従来養殖場の適地調査として行なわれたものは極めて多い。見方によっては、養殖対象生物に関する調査研究はすべて適地探索のためのものと解しても大過ないのではなかろうか。今養殖（増殖）場適地調査と名づけられる報告を大別すると、概略表1.の如く類別される。これらは単独で行なわれることはほとんど稀で、多くの場合、数項目の組合せで行なわれている。さらに養殖場の Ecosystem を通しての研究も最近報告されている。

かくの如く極めて多岐にわたる調査研究が報告されておるにもかかわらず、対象生物の摂餌習性にもとづく、餌料環境を中心とした、適地判定ないしは養殖場の特性に触れた研究はほとんど見られない。仮りに Plankton の調査等の項目を織り込んだ研究にあっても、餌料的見地からの考察論議は不充分であり、場合によっては何等の考察も加えられないことすら散見される。

すなわち後述するように生物学的見地から行なわれた貝類の摂餌習性乃至は餌料に関する研究は古くから極めて多いにもかかわらず、これらの諸成果を、貝類養殖の研究に織り込んだものは極めて少ないように考えられる。

貝類は一般に水中に懸濁している粒子、あるいは底土直上の粒子を餌料とする、いわゆる Suspension-feeder であるといわれ、またその摂餌の方法から Filter-feeder であるともいわれている。従来の研究を概括すると、いわゆる、Suspension-feeder として考えられるものは、Lamellibranchia 中でも、アマガイ、ホタテガイ、アコヤガイ等を含む所の Filibranchia（糸鰓目）、およびカキ、ハマグリ、バカガイ等を含む Eulamellibranchia（真糸鰓目）であって、キララガイ等の如き Protobranchia（原鰓目）は真の Suspension-feeder とはいえず、むしろ Deposit-feeder と考えられている。いずれにしても、本邦において養殖対象として取り扱われている二枚貝類はほとんど Suspension-feeder として考えてよいであろう。

二枚貝の摂餌機構を解剖学的に研究したものは極めて多いが、その中で繊毛の運動を主とした研究には、D. ATKINS^{3), 4), 5)} の業績が顕著であり、微小粒子の体腔内の移動経路には C. M. YONGE^{6), 7), 8)} の一連の研究がある。G. OWEN⁹⁾ の研究は胃の中での大型粒子と小型粒子の通過経路について詳細な報告をしている点では特異な存在というべく、G. E. MACGINITIE は氏のいわゆる Mucus Sheat 説により貝類を含めた Filter-feeder が極めて微細な粒子をも摂取し得ることを機能的に解明している。^{10), 11), 12), 13)}

以上のような解剖学的研究は、それ自体では極めて詳細な点にわたって観察されているが、特に生態との

表1 従来からの養殖場の標示

直接 標 示	棲息状況調査	干潟資源調査
		採苗試験
		浮游稚仔調査等
移殖試験		
間 接 標 示	物理的標示	地形、潮流、水温、塩分等
	化学的標示	栄養塩・餌料調査
	生物的標示	単一生物指標種 生態形による標示

関連についてはほとんど考察されていないといってもよいであろう。

摂餌習性について、直接貝類を各種懸濁液中に浸漬することにより研究する方法をとったものの内最近の業績には D. L. FOX¹⁴⁾ 等、C. B. JØRGENSEN¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾、W. A. CHIPMAN¹⁹⁾ 等、および D. BALLANTINE²⁰⁾ 等があり、これらはいずれも、実験貝類をそのまま懸濁液に入れ、周囲の懸濁液濃度の時間的変化をもとにして、色々研究したものである。これに対しいわゆる Apron-method を適用したものに、V. L. LOOSANOFF & J. B. ENGLE²¹⁾ 等の研究がある。両者は技術的に若干差異が見られるにしても、主として、吸水量の測定が使用されている。

また直接微細粒子を使用し実験的に貝類を飼育し、貝類に必要な餌料を推定しようとした研究に C. E. ZOBLL²²⁾²³⁾ 等、今井等²⁴⁾、V. L. LOOSANOFF²⁵⁾ 等の報告がある。

今までのべて来た諸研究はもっぱら実験室での貝類摂餌に関するものであり、これらの諸研究により貝類は海水中に存在するかなり微細な懸濁粒子をも摂取し得ること。また懸濁質の質量により、摂餌行為はあるいは助長され、あるいは阻害されることなどが明らかにされている。これに対し、直接現場で行なった海水中の懸濁物と貝類の成長に関するものとしては D. L. FOX²⁶⁾、W. R. COE²⁷⁾ の研究があるが、海水中の懸濁物としてはもっぱら Phytoplankton がとりあげられていて、著者等のいう懸濁質との関係ではない。この点については本文で若干考察した。

かくの如く、貝類の摂餌習性、機構等に関してはかなり詳細な研究がなされているが、これらの研究はいずれも養殖としての問題にまでは展開していない傾向がある。

一方水中の微細粒子に関する研究は、最近各方面で盛んになって来たとはいえ、今なお不分明の点が多い(概況については文献28参照)。水中微細粒子は普通、Suspended matter と呼称されているが、その名称には必ずしも一致したものがあるわけではなく、花岡²⁹⁾によれば、次のような用語が使用されているといわれている。すなわち、Particulated matter, Particulated material, Suspended material, Suspended-matter, Suspenoid, Suspended particle, Seston, Leptopel 等である。特に注意すべきは、同一呼称であっても、その内容が、研究者によって必ずしも一致していない場合があることであろう。このようにかなりの混乱が見られることは、水中粒子の研究が未だ発展初期にある結果とも考えられる。本邦においては今のところ用語の面の混乱は感じられないが、これは、水中懸濁粒子の研究が極めて少ないことも一つの原因であろう。

従来行なわれた水中懸濁質の研究は、懸濁質それ自体の究明というよりは、海水の光学的研究の中で間接的に取り扱われていたようであり、いわゆる、海洋学的乃至は陸水学的研究の一分野としての水中照度、あるいは“濁り”の研究として行なわれたものが多い。このような諸研究中にあって、花岡³⁰⁾³¹⁾、菱田³²⁾、W. V. BURT³³⁾³⁴⁾³⁵⁾ 等の業績は、それが光学的手法による研究であったとしても、水中懸濁質それ自体ないしは漁業生物との関連のもとに行なわれたという点で特異な存在というべきであろう。

懸濁質に対して光学的測定方法を使用している研究が極めて多く、かつ古い伝統をもっていることに比して、水中懸濁質を直接採集する、いふならば直接的研究は比較的最近盛んになって来た分野である。著者等のいう水中懸濁質の概念については、さらに項をあらためて記載するが、その中には、いわゆる Plankton, Bacteria を含むものであり、これら両者に関する研究は極めて莫大な数にのぼり、それぞれ一つの学問的位置を確立しているが、それ以外の微細粒子も水中には極めて多いことはかなり古くから知られていた。しかしこの面の研究はほとんど観過されていたように考えられる。このような事情にあった中で、D. L. FOX³⁶⁾³⁷⁾³⁸⁾ 等および W. R. G. ATKINS³⁹⁾⁴⁰⁾ 等が特種 Filter を使用する懸濁質の採集・研究の途を講じたことは特筆すべきであるには相違ないが、いずれにしても懸濁質の直接的研究は今後にまたざるを得ない事柄であるものと考えられる。

既に述べた如く二枚貝の摂餌習性は多くの研究の結果かなり明らかにされて来たが、⁴¹⁾⁴²⁾これらの知識を直接貝類養殖の上に活用されなかったことは、餌料としての水中懸濁質の研究が、不充分であったことに大きな

原因があるように考えられる。著者は上述の如き本邦における貝類養殖の特長にかんがみ、生産対象生物の摂餌習性にもとづく、養殖場の構造を、餌料としての水中懸濁質および、摂餌能に関係すると考えられる塩分の面から研究することの必要性を強く感ずるものである。

著者等は以上の事情を考慮し、貝類の摂餌習性に関しては、ハマグリ、カキ等の懸濁粒子摂取に対する濃度、粒子の大きさの影響等直接本報告において立論の基礎とした事項に関する実験を行なったと同時に、文献に依存した。一方浅海懸濁質については、直接懸濁質の採集定量法をはじめ、懸濁質粒子組成、有効餌料研究の一翼をになうと考えられる懸濁質の有機・無機の組成、あるいは浅海における懸濁質分布の様子等貝類餌料としての懸濁質の重要性を確認するための研究を行なった。その結果、従来、貝類餌料として考察の対象となっていた Net-plankton が、全懸濁質中に占める量的位置は極めて低いことを知り、今後、貝類養殖場の研究にあたっては、Net-plankton より小さな粒子の研究が重要であることを痛感した。しかし、直接懸濁質を採集し定量する方法は極めて手数を必要とするもので、養殖場の性格を把握するための調査には極めて不便である。そこで、若干の知識は犠牲としても、貝類の餌料として重要と考えられる粒子の大きさ、ならびにその多寡を比較的簡単に測定し得る方法を考究した。すなわち花岡³⁰⁾⁹¹⁾⁴³⁾等がすでに報告した、懸濁質の平均粒径に関連する、懸濁質係数 "a" についてさらに考察を深めると同時に、各種養殖場の調査には本係数を測定し、それぞれの養殖生産と対比検討した。粒子濃度については水中濁度計を製作し、これによった。

本報告の構成は貝類の餌料素材としての浅海懸濁質の測定調査法に関する若干の事項、物理化学的特性等主として懸濁質の本体についての研究、さらには浅海内湾における時空的分布、他の海況要因との関係等いわば懸濁質の実態についての研究。これらを通して推論される懸濁質の Suspension-feeder に対する栄養的重要性、さらには懸濁質の起源に関する事項等をいわゆる基礎的研究として一括し第 1 編とした。餌料素材としての懸濁質と摂餌能に関連すると考えられる塩分濃度等の組合せによる要因は貝類養殖場の特性を示すに極めて有効なものであることなど、貝類養殖適地の指標に関する研究は第 2 編として取りまとめた。

しかしながら、当初の意図にもかかわらず、本研究は遺憾ながら未だ養殖場の生産性を量的に把握するまでの段階には到達し得ず、現行各種養殖場間にはそれぞれ特長があり、同一種の生産対象貝類についての、各地養殖場には共通のある法則性が成立することを知り得たに留まり、いわば定性的段階である。

以上未だ不十分な点はあるにしても、現在までに得られた諸結果を取りまとめ大方の御批判を得たくここに報告する次第である。この方面の研究に若干なりとも益し、また同時に貝類養殖の上で裨益する所があれば幸である。

本研究は花岡資博士が永年にわたり展開して来た、水面生産力問題中の一部を著者等が博士の御指導を得て行なったものであり、従って全般にわたって博士の考え方がその基礎をなしているといってもよい。つねに御教示、御鞭撻を賜った同博士の御厚情に対し深甚の謝意を表する次第である。さらには東大教授松江吉行博士には、本報告の御校閲を忝なうしたと同時に色々その内容についての御教示を得た。ここに厚く感謝の意を表す。また東大教授大島泰雄博士、東大名誉教授森高次郎博士、ならびに当水研生産力部長安田治三郎博士には本研究を進めるにあたり、つねに色々御鞭撻いただいたことに対し厚く御礼申し上げる。また、数理計算の上では当水研資源部長福田嘉男氏の懇切な御指導を得た、さらに篠岡久夫技官、北枘貞兵衛、後藤幹夫各氏には各種観測、および調査船和泉丸の運航で大変な協力を受けた、ここに深謝の意を表す。

なお、現地調査にあたっては東北海区水産研究所員奥田泰造技官、国立真珠研究所高山活夫所長ならびに同所々員の方々、三重県水産試験場野本一郎場長、ならびに場員一同、的矢湾養蠔研究所佐藤忠勇所長、同所阿山多喜也氏、京都大学農学部水産学科川上太左英教授、鳥取県水産試験場境分場員一同、長崎大学水産学部の方々等には多大の御援助御協力を受けた、ここに厚く感謝の意を表す。

第 I 編 懸濁質に関する基礎的研究

第 I 章 懸濁質の定義ならびに調査測定法

本章では本報告で採用した懸濁質についての定義とその調査測定法についての概要を述べた。

第 I 節 懸濁質の定義

本報告でいう懸濁質とは D. S. RAWSON⁴⁴⁾ の定義する Plankton から各種 Bacteria, Colloid におよぶ、生物、無生物；あるいは有機・無機物の如何にかかわらず、およそ海水中に懸濁している微小粒子一切を総称するもので、ただ、その大いさには厳密ではないが概略の限定をつけ最大大略 200 μ 前後以下のものとする。さらにこれら懸濁質を 100 μ 前後で 2 分し、大きい方を大型懸濁質、小さい部分を小型懸濁質と呼称した。従って従来の Net-plankton は大型懸濁質に含まれていると考えてさしつかえないであろう。

水中 Gas の問題は色々測定上で関連する所が多いが、いわゆる Foaming⁴⁵⁾ 等についてはいっさい触れなかった。

以上の如く懸濁質を定義づけると、その内容は極めて複雑で、ここに一括できるわけのものではない。詳細な内容等に関してはなお将来の問題であろう。また水中懸濁質の起源は Plankton, Bacteria はもちろん、動植物の分解物、死骸、分泌物、都市ならびに工場廃水等の Detritus、潮・海流や水平、垂直渦動攪乱により生じた陸岸・海底起因と考えられる種々の微細粒子、あるいは空中から落下する陸上帰因の塵埃粒子等が考えられる。このような起源の複雑さに加えて、さらにこれら懸濁質は水中で多様な分解過程を継続している。従って現段階では、それぞれを区分して考察することは極めて困難なことであろう。

第 2 節 懸濁質の測定法

現在一般に行なわれている水中懸濁質の測定法についてはすでに²⁸⁾総述したので、ここでは、主として本研究に使用した測定法の概要を述べ、その他必要に応じて採用した測定法はそれぞれの項目の所で説明することにした。

第 I 項 濾過測定法

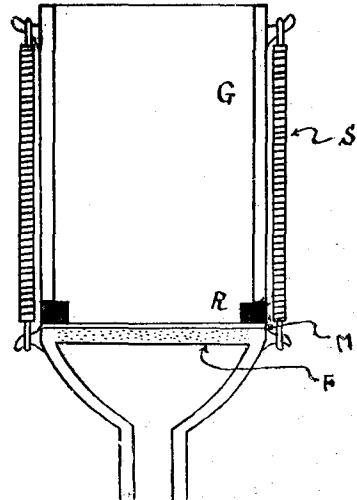
本研究で使用した濾過材は、Plankton-netXX-13、東洋濾紙 No. 5A, Membrane-filter, Powder-filter, さらに硝子 Filter の 5 種類である。

Plankton-netXX-13 は水中懸濁質を大型・小型に 2 分するために使用し、東洋濾紙 No. 5A, 硝子 Filter は小型懸濁質の粒子組成を研究するに用いた。Powder-filter は有機懸濁質の定量に使用し、Membrane-filter は平均孔径 250 μ と 400 μ の 2 種を用い、小型懸濁質の乾物量および灼熱減量測定用とし、時には Phyto-plankton の定量にも用いた。

“Membrane-filter” を懸濁質の濾過に使用する場合次の 2 法によった。その 1 としては採水後実験室あるいは船上で吸引濾過する法、その 2 は直接水中の所要深度に濾過器を肉厚ゴム管で垂下し、船上の真空ポンプにより吸引濾過する方法である。なお陸上、水中で使用する濾過器は同一で図 1 にその概略を示した。

Membrane-filter を使用して水中懸濁質の乾物量を求めようとする場合、新しい Filter をそのまま使用すると、Filter 自体が若干減量し、場合によっては測定値を大きく変化させる。これを防ぐ方法として、使用前に再蒸留水を吸引濾過するか、あるいは

図 1 陸上用濾過器



- F: 硝子フィルター
- G: 硝子容器
- M: メンブランフィルター
- R: ゴムパッキング
- S: ステンレス スプリング

表2 Membrane Filter の処理による減量

Filter No.	初めの恒量 (g)	蒸溜水500mℓ 濾過後の恒量 (g)	更に300mℓ濾 過後の恒量 (g)	減量 %
1	.0367	.0360	.0360	1.9
2	.0368	.0366	.0366	0.6
3	.0330	.0325	.0325	1.5
4	.0358	.0355	.0355	0.8
5	.0363	.0360	.0360	0.8
6	.0365	.0362	.0362	0.8
7	.0363	.0359	.0359	1.1
8	.0360	.0359	.0358	0.6
9	.0365	.0363	.0363	0.5
10	.0354	.0351	.0351	1.1
11	.0378	.0376	.0376	0.5

フィルターを20分煮沸処理し た場合の減量			煮沸フィルターで300mℓの再 蒸溜水を濾過		
試験 フィルター No.	最初の恒量 (g)	20分煮沸後 の恒量 (g)	試験 フィルター No.	煮沸フィル ターの恒量 (g)	300mℓ濾過 後の恒量 (g)
1	.0324	.0320	1	.0353	.0353
2	.0324	.0320	2	.0362	.0362
3	.0340	.0336	3	.0376	.0376
4	.0330	.0328	4	.0356	.0356
5	.0339	.0335	5	.0381	.0381

表3 Membrane Filter の濾過速度

No.	水深 (m)	濾過水量 (ℓ)	濾過時間 (分)	懸濁質量 (mg/ℓ)
1	5	1.47	72	1.22
2	5	1.68	72	1.08
3	5	2.21	72	1.00
4	5	1.66	99	1.20
5	5	1.64	99	1.22
6	5	1.16	99	1.47

によることは当然であり、さらに濾過時の真空度にも左右され、一概にうんぬんすることはできないが懸濁質を多く採集するためには、できるだけ濾過面積を広くすることが必要

であろう。

Membrane-filter によって海水を濾過した場合どの程度まで濾別されるかを吟味した結果は表4に示した。この表は海水を濾過した際の濾液の濁度測定結果であって、若干の懸濁質が濾別されずに膜を通過していることがわかる。F. A. ARMSTRON³⁹⁾ G 等によれば孔径1.09, 0.61, 0.2μの Gradocal-membrane を使用して海水を濾過した場合、最小径の Membrane を用いてもなお、完全には懸濁質を除去し得なかったと報告している。このような結果は他にも見られる。一方 G. J. LEWIS & N. W. RAKESTRAW⁴⁰⁾ は海水中に存在する Carbohydrate の研究

は20分間程度煮沸したものを使用した。表2は Filter を処理した前後の重量変化を示したものである。

乾燥・秤量に際しては塩類の影響を除去するため、蒸溜水で洗浄した。その程度は硝酸銀溶液で塩素反応のなくなるまでを限度としたが、普通の場合洗浄に要する蒸溜水量は30mℓ程度で充分である。蒸溜水による懸濁質の変化等については吟味しなかった。

現場で行なう場合の濾過速度は、野外調査の計画立案上極めて重要な意味をもつものであるが、この点についての若干の吟味結果は表3に示した。使用 Filter の平均孔径は250 μm、有効濾過面の直径は30mmである。濾過速度は、そこに存在する懸濁質の質により、あるいは密度

表4 Membrane Filter の濾過能 (濁度にて検定)

水深(m)	海水	濾液	乾物量
0	1.07	0.14	1.8
2	1.70	0.17	1.8
7	0.74	0.12	1.2
0	0.85	0.08	2.0
2	0.89	0.08	1.8
9	0.54	0.08	1.0
0	0.79	0.10	1.7
2	0.45	0.08	1.0
10	0.79	0.18	2.5
0	0.48	0.08	0.7
2	0.52	0.08	1.25
10	0.56	0.08	1.6
0	0.39	0.16	1.1
2	0.45	0.14	1.4
10	0.46	0.08	1.4

備考

海水：大型懸濁質を除去した海水
 濾液：Membrane-Filter (平均孔径250μm) で濾過したもの
 乾物量：小型懸濁質の乾物量 (mg/l)

で HA型—Millipore filter 平均孔径 0.5μ を使用した場合、濾液中にも Carbohydrate は存在するが、これらはいずれも可溶性のものであるとみなして良いであろうといっている。いずれにしても平均孔径 $0.2\sim 0.5\mu$ の Membrane filter で濾過した場合の濾液中の懸濁質量は少ない。従って海水中の懸濁質は著者等の使用した Membrane-filter でほとんど濾過されると考えて大過ないであろう。

Powder-method は既報⁴⁷⁾のように D. L. FOX³⁶⁾等の方法を浅海調査に適する如く改良し簡便にしたものである。この粒子保留能は、前記 Membrane-filter (平均孔径 $250m\mu$)と大差が見られない。

第2項 光学的測定法

濾過法に比較して懸濁質の化学的特性についての知見は若干無視されるが、懸濁質の現場における性状把握ないしは測定の迅速さなどで極めて重要な測定法である。

i 水中照度測定法

水中照度の測定は植物生産に関連して行なわれる場合もあるが、本研究においては、後述する懸濁質係数の算出のために測定したことが多い。使用した水中照度計の概観はすでに示した如き最も簡単な単一型測定器で、セレンウム堰層光電池(エタロン製)直径 $45mm$ を使用し、視感度 Filter を付したのみで、他の色 Filter は使用しなかった。本器の相対感度(%)は、図2の如くである。

Lux-meter は³²⁾菱田の研究結果を参照し内部抵抗 10Ω のものを使用し、測定誤差を極力小さくすることに務めた。なお、時々(最小限年2回)色温度 $2700^\circ K$ 二次標準電球で検定し、測定値の補正を行なった。

実際の測定に際しては水中部の受光外側にオパール硝子を使用し、静温な日を選ぶと同時に、でき得るかぎり、午前10時頃より始めて15時頃までの間に測定を完了し、太陽の傾斜による測定誤差をさけることに務めたが、必ずしも上述の条件を満足したとは限らない。また調査船の舷側反射は太陽の位置によっては無視できないので、研究所所属調査船を使用する場合は舷側を黒く塗るなどしてできるだけ舷側反射を防いだ。また他の調査船を使用する場合には可及的に白色船体のものをさけた。

照度測定は一測点で数回行ない、その平均値をもってそれぞれの点の平均照度とした。なお測定水層は特に記載しない限り、空气中(水面直上)、 $0m$ (水面より約 $1\sim 2cm$ 下)、 $0.5m$, 1 , 2 , $3\cdots n(m)$ で、消散係数ないし懸濁質係数を求めるためには多くは水面に対するそれぞれの層の明るさの百分率で示した。

消散係数(Extinction-coefficient) μ は次式により求めた。

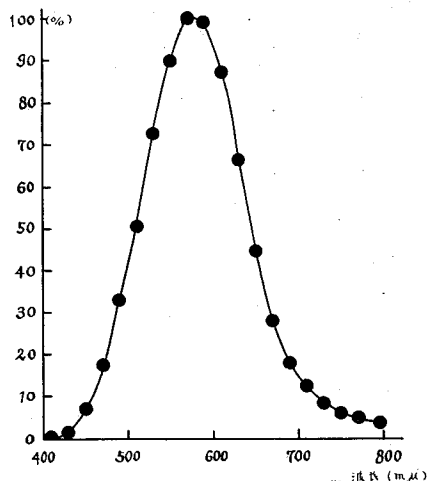
$$\mu = \frac{2.3}{D} (\log x - \log x + D)$$

ただし x は水深(m), D は x よりの距離(m), 従って垂直方向 Light-path に相当する。なお, μ はいずれも $1m$ 当りの消散係数である。

ii 水中濁度測定法

ここでいう濁度とは以下に述べるような測定装置を使用し、既定の層に平行光線を透過させた際の光の減衰を、作りたての新鮮な蒸留水の場合と対比させた時の減衰度合をもってした。すなわち次式で求められる τ を濁度と定義した。

図2 水中照度計の相対感度曲線



$$\tau = \frac{2.3}{D} (\log I_{D,w} - \log I_{s,w})$$

ただしDは海水乃至は蒸留水の厚さであって、多くの場合30cmあるいは50cmである。I_{D,w}は蒸留水の場合の光電流の読みであり、I_{s,w}は試水のそれである。

さて本研究に際して使用した濁度計は、3種類であり、波長に対する懸濁質の特性、あるいは試水が少量の場合には日光電分光光度計の長吸光管 (Light-path 10cm) を使用した場合もある。

3種の濁度計はいずれも、特別に製作したもので、その1つは、採水後実験室あるいは調査船上で測定する型式で、仮りにこれを陸上型と呼ぶ。他の2つは、現場海中で直接濁度測定を行なうもので水中型と称することにする。水中型はさらに、閉鎖型 (A型)、と開放型 (B型) の2種にわけられる。

陸上型濁度計 (図3) は、光源部、容器、および受光部の3部分からなり、光源部の主体をなす電球は8V・40Wのエキサイトランプを使用し電源は、航海中の測定をも考慮して比較的容量の大きい蓄電池 (National F. S. W. 8-8, 単槽極板17枚, 電圧8V, 10時間率容量110Ah) を使用した。光源部全体は、顕微鏡用投光器を改良したものである。使用した電圧は、上記蓄電池を充分充電し、その都度計測はしなかった。容器は真鍮管 (内径3.5cm) の内部を黒色に塗ったものを使用し、その両端には充分きれいにした写真用硝子乾板を使用した。Light-pathは30cmである。

測定に際して、試水の濁りが強い場合には容器壁はもちろん、両側硝子板も汚染されるので、充分注意して洗浄すると同時に硝子板は別のきれいなものと取り替える必要がある。

受光部は外部からの光を遮断し、水中照度計に使用したと同様の視感度 Filter 付セレンウム堰層光電池を使用した。使用した光電池の特性値は、図4に示した。なお、この場合はマツダV-Y1Dの黄色 Filter をさらに使用している。

装置全体の組立にあたり、縦・横両型を試みたが、いずれもそれぞれ一長一短があり、縦型の場合は容器に試水を注入する際の空気ぬきには便利であるが、漏水の防止に若干の困難があり、特に船上測定の場合にはこの欠点はかなり大きく影響する。横型は測定、漏水防止には便利であるが、注水時の空気ぬきに難点がある。著者は若干傾斜をつけることにより良結果を得た。

陸上型で濁度測定を行なうにあたっては蒸留水の場合の光電流の読み (I_{D,w}) を2000Lux となるように光源シボリで調節し、この状態で試水の読みを求め、1m当り濁度τを求めた。なお I_{D,w}を2000Lux としたのは、使用した Lux-meter の精度がこの辺で最も高いことを確めたためである。

この場合、試水が1900--1800Lux 程度の場合には測器の汚れが少なく、4~5回連続測定が可能であるが、1800Lux 以下になると、測定毎に蒸留水で充分洗浄する必要がある。

以上のようにして測定した濁度を如何に評価すべきかは重要なことであると考えるので、若干の吟味を行

図3 陸上用濁度計構造図 A: 空気ぬき B: 電源 CF: 色 Filter D: 試水注入口 E: 光源 F: 視感度 Filter G: 硝子板 H: 排水口 I: Lens M: Meter P: 光電池 S: しぼり T: 容器

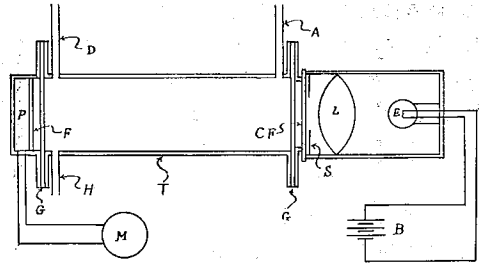
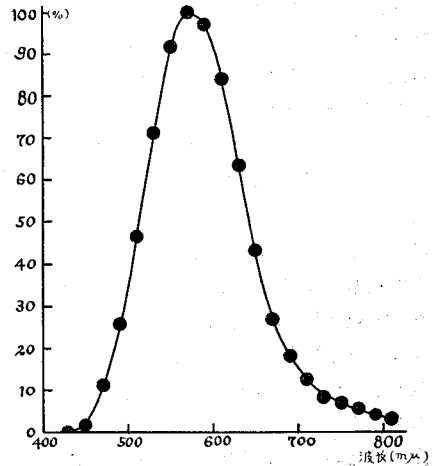


図4 濁度計受光部の相対感度曲線



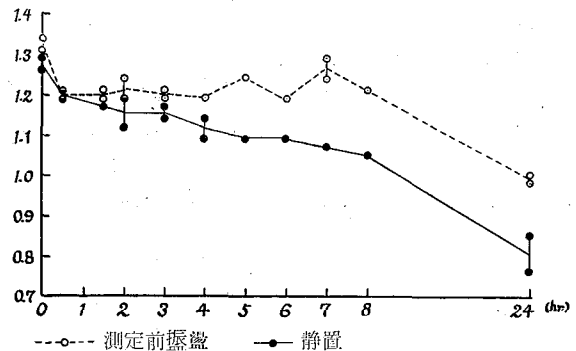
なった。

海水の濁度を測定することの意義は、現場海水のそれを知ることにあることは申すまでもない。従って、採水され測定される試水は可及的变化せず、現場での事情を充分代表し得るものでなければならない。それがためには、採水による懸濁質の変化、採水時における各種 Contamination 等は充分に考慮すべき重要な事柄である。これら諸事項は単に濁度測定のみならず、すべての測定に際して付随する基本的問題である。ここでは採水については一応触れず、採水後の問題について若干吟味した。

多くの場合採水後測定までには若干の時間を経過する。著者等はできるだけ早く測定するために船上で行なうことに務めたが、浅海養殖場調査に使用する船は一般に、小型であって、測定のためには必ずしも便利なものではない、その上荒天時においては実験室での測定を余儀なくされる場合が少なくない。このような場合の、貯水時間と濁度との関係を知っておくことは、得られた測定値を使用し考察する上にかなり重要なことであろう。

貯水における濁度の時間的变化は、懸濁質の性格、貯水中の処理等により必ずしも同一ではないが、試験結果の一例を図5に示した。結論的には、時々振盪することにより大体6時間以内で測定するならば、余り大きな差異はないものと考えられる。ただここで注意すべきは、浅海養殖場の如く、底土の影響を比較的強く受けることが予想される水域においては、採水後約30分以内に5~10%程度の濁度減少が見られる可能性のあることで、これら減少の原因は、海底の砂等比重の大きい無機質の沈降によるものと、比較的早期に器壁付着が行なわれることに帰因するものと考えられる。

(7) 図5 採水後の濁度変化



次に本測定器に依る測定精度について若干考察した。実験としては、可及的きれいに洗浄した10,0容硝子瓶に海水を入れ充分攪拌した後、その一部をとり、10回の濁度測定を行なった結果は表5に示す如くであった。これから本器による測定誤差はほとんど考えなくとも良いように考える。

表5 濁度計の測定精度

試水 測定 番号	I			II		
	蒸溜水 (Lux)	試水 (Lux)	濁度 (τ)	蒸溜水 (Lux)	試水 (Lux)	濁度 (τ)
1	2,000	1,760	0.43	2,000	1,890	0.19
2	2,000	1,780	0.39	2,000	1,890	0.19
3	2,000	1,780	0.39	2,000	1,890	0.19
4	2,000	1,780	0.39	2,000	1,890	0.19
5	2,000	1,780	0.39	2,000	1,890	0.19
6	2,000	1,780	0.39	2,000	1,890	0.19
7	2,000	1,780	0.39	2,000	1,890	0.19
8	2,000	1,770	0.41	2,000	1,890	0.19
9	2,000	1,750	0.45	2,000	1,890	0.19
10	2,000	1,750	0.45	2,000	1,880	0.21

一般に本測定器に見られるような測定原理を用いて、濁度を測定する場合、そこには Beer の法則が近似的にも成立する必要が前提される。本測定器が果して、このような法則を適用してよいかいなかを試験した。実験としては、市販墨汁(平均粒子直径1μ以下)、松花粉(長軸の平均長70μ、短軸平均長30μ)および実際の海水を供試懸濁質とし、懸濁液濃度(稀釈度)と濁度(τ)との関係を見た結果は図6に示す如く、ほぼ直線的関係が成立する。従って一応 Beer の法則が成立するものと考えてさしつかえないものと考えられる。

以上が本研究に使用した陸上型濁度計の概要である。

次に水中型濁度計について述べる。水中濁度計は陸上型のそれに比較して、かなり連続的調査に便利であ

り、水中濁度の微細構造を明らかにするためにぜひとも必要であると考え。このような観点から、従来水中型濁度計はそれぞれの研究者により試作されているが、本邦においては、いずれも試作の段階にあって、測定結果の報告には余り接する機会を得ない。

既に述べた如く、本研究に使用した水中型濁度計はA型、B型の2種類で、A型は1956年の調査に主として使用し、B型は1957年調査にもっぱら用いた。以下それぞれについて若干解説する。

まずA型水中濁度計について述べる。その概要はいわゆる閉鎖型である。本器は陸上型を水中型に改良したようなもので、測定原理的には全く同一である。

光源用電源は、先に述べた蓄電池を使用した。光源用電球は6V、8Wのエキサイトランプを使用した。蓄電池は8Vであるが6Vの電球を使用したのは、できるだけ白色光を得たかったことと、コードによる電圧低下を考慮したためである。平行光束を得ることに必ずしも成功したとはいえなかった。すなわち、空気中での光電流の読み(I_a)と蒸溜水のそれ(I_d)との比がかなり大きかった。

(陸上用では $\frac{I_a}{I_d} = \frac{2000}{1970}$ であった) 従って、本測定器による測定値を用いては光学的考察を行わず、ただ海水中の相対的濁度による垂直構造の考察に使用した。陸上型測定器の容器に相当する部分は、製作上最も苦心した所で、2個の半円筒を天井の蝶番で連結し、円筒の側面にある翼により、降下中、水圧により自然に開放するようにしたが、内部の水が完全に置換するためには閉鎖状態で、所要の深度に約1分程度放置することが望ましい。これは降下に依り、海水が攪拌されるが、放置することにより周囲から現場の水が内部に浸入するため繰返し測定値が安定になる。なお半円筒内は黒色に塗った。Light-pathの長さは、15; 20; 30cm. の3段階に切り換えるようにしたが、実際の測定には30cm以外はほとんど使用しなかった。

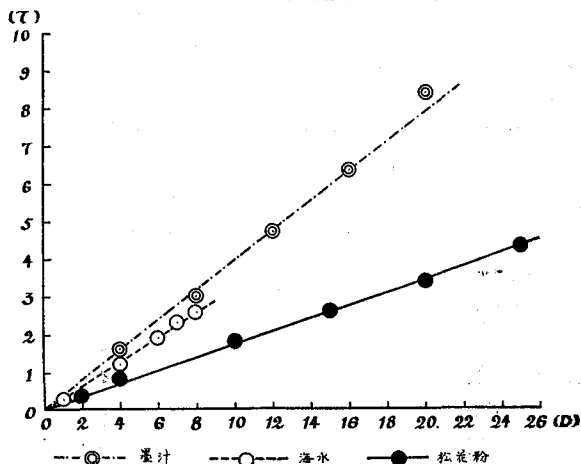
本器による測定値の評価は最も困難な事柄で、陸上型の場合は対象の蒸溜水に常に対比することができるわけであるが、水中型濁度計は、仮りに測定前、蒸溜水をもって調整したとしても、降下の途中、濁りの著しい水層を本器が通過する場合、光源部、受光部の窓硝子が汚染されることが予想できるわけであるが、これらはいかんでも仕方のないこととしなければならないであろうし、そのような水層を測定器が通過する前後での測定値は若干、内容が異なってくるであろう。この点は、本測定器と同一型式の濁度計には常に付帯する欠点である。

陸上型濁度計をも含め、上述の濁度の定義から、蒸溜水との対比が必要であるが、水中型濁度計の場合、小型船上での蒸溜水使用はかなり困難をともなう事柄である。そこで、場合によっては、やむを得ず空気中の透過度と蒸溜水のそれとの関係を求めておき、実際の測定においては、空気中の透過度を媒介として、海水と蒸溜水とを間接的に対応させ、濁度計算を行なった。

本器における透過度と懸濁液濃度との関係は図7に示した如く、ほぼ直線的関係が見られ、Beerの法則が成立すると見てさしつかえないであろう。

次にB型水中濁度計について述べる。A型水中濁度計の構造上の欠点は、外部光の遮断のために、開閉翼を付けてあることであろう。外部よりの入射光遮断のための方法としては、福田等⁴⁸⁾の如く廻転セクターの利用、あるいは、D. JONES & M. S. WILLS⁴⁹⁾が行なっているような、レンズとスリットの組合せによる方法すなわち、Pinhole system等がある。ここで述べるB型水中濁度計はD. JONES & M. S. WILLS等の使用しているA. R. L. Hydrophotometer (Admiralty Research Laboratory Hydrophotometer) に準じて

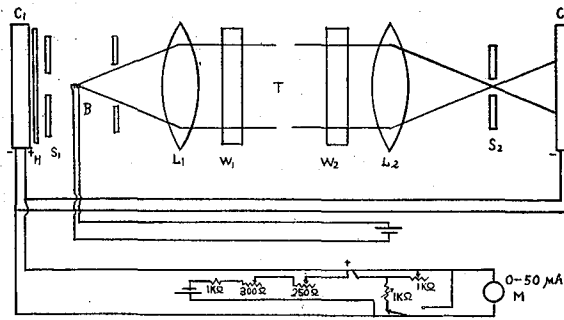
図6 濁度(τ)と懸濁質濃度(D)との関係



作ったもので、(なお、最近ではC型とも称すべき改良型を使用している) 光源部と受光部とは真鍮棒で連絡してある。なお光学系および電気回路系は図8に示した。

電球B (6 V. 8 W. Olympus M. C.) から出された光はレンズL₁ (直径5mm, 焦点距離80mm) で平行光線となり、窓硝子W₁ (厚さ8mm, 有効直径40mm) を通って海水Tに出る。一方電球Bよりの光はスリットS₁ を通り、断熱フィルターH (直径30mm, 厚さ2mm) をへて光電池C₁ (受光面直径30mm) に達する。海水Tを通過して来た光は、受光部の窓硝子W₂ (厚さ8mm, 有効直径40mm) より入り、レンズL₂ (直径52mm, 焦点距離80mm) で集光される。かくしてできる焦点にスリットS₂ (孔直径6mm) を置き、これを通った光は光電池C₂ (受光面直径30mm)

図8 B型水中濁度計の光学系ならびに電気回路図



に到る。使用した光電池にはいずれも緑色 Filter が付けてあり、分光感度曲線は図9に示した。

この濁度計は前2者とは異なり、いわゆる補償式である。

本濁度計を使用する順序は次の如くである。空気中で点燈し、受光部を遮断してメーターを Full-scale にする。この場合若干の調節は可変抵抗で行なう。受光部の遮断を除去すればメーターは零となることはもちろんである。このように調整したものを蒸留水に入れ、その時のメーターの読みを求める。かくした後に海中に懸垂し、測定する。

なお、本濁度計の Light-path は 50cm であり、透過率と懸濁液濃度との関係は直線的であった。また空気中での透過率と蒸留水でのそれとはほとんど差が見られなかったので、原著に見られる各種光学的考察には一応たえるものと考えられる。

第3節 懸濁質の調査法に関する考察

前節ではもっぱら懸濁質の測定法について述べたのであるが、本節では、浅海養殖場で調査を行なうにあたって、如何なる点に考慮を払わなければならないかを、懸濁質の分布に関連して若干の考察を行なった。

第1項 大型懸濁質について

[その一]

図7 水中濁度計による濁度(τ)と濃度(D)との関係 (内水研前海底土を使用)

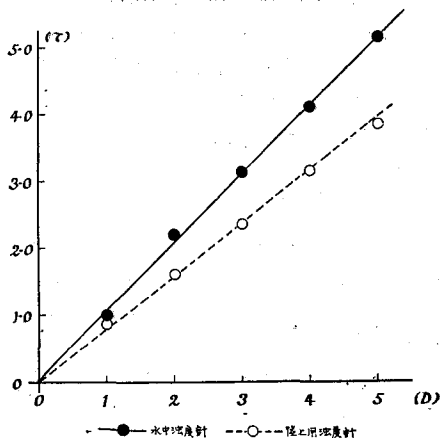
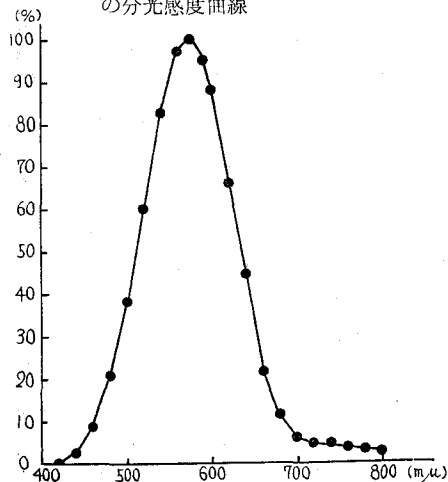


図9 B型水中濁度計に使用した光電池の分光感度曲線



調査時間を2時間とし、この中で20分の2つの調査時を設け、3層(0, 2, 8m)よりそれぞれ3回ポンプで20ℓ採水し、その中に含まれる大型懸濁質の排水量を測定した。(なお排水量測定法は文献50に従った。)

測定値のままでは平均値とその変動とが互に独立でない傾向が見られるので、対数変換後の数値について分析を行なった。表6, 表7は測定結果および数値分析の結果である。

分析結果では調査時の間にも、水層間にも有意差は見られないが、これらはいずれも、測定値間の差が大きいことによる。ここで注意すべきは、調査時間の差の小さなことであろう。

偶然変動を代表する2つの平均平方、すなわち、抽出誤差(S_s^2)と実験誤差(S_e^2)を見ると表8のようになる。1調査区の平均値の分散の大部分が抽出誤差によっていることは明らかであり、試験の精度をあげるためには、他の条件が変化しないものとすれば、抽出数を増すことが有効のように考えられる。今抽出数を前の2倍にしたとして見ると次のようになり、

$$S_x^2 = 0.00453 + 0.04019/6 = 0.01123$$

相対的知識は $\frac{1/0.01123}{1/0.01792} = 1.6$ となる。

〔その二〕

前の実験的調査により、大型懸濁質は、約20分以内でもかなりの密度変化をすることが明らかになったが、それより短時間では、いかなる変化を示すかを見るため、さらに実験的調査を行なった。

〔その一〕では各採水はそれぞれただ一回であったが、今回は約1分間隔で2回採水を行なった。測定結果は表9に示した如くである。

水深相互間の差異は今の所問題とならないから、数値分析を各層毎について行なった。表10はその分析結果である。

各層とも類似の傾向を示している。すなわち極めて短時間内の変化に比して、ある程度の時間が経過したものを比較すると、その間にはかなりの密度差が現われる。(S_s^2 に対して S_e^2 が大きい)

前の実験でも見られたように、この実験でも、15~20分程度の時間内にある点で観測される平均密度は比較的安定している。このことはさらに次に述べる連続採水の場合でも伺い得る所である。

さてここで9m層の分析値を用いて、調査構造を若干変えた場合の相対知識の変化を吟味してみた。構造としては次の4種類を考えた。

表6 短時間内における大型懸濁質の変化
(数値は排水量 $m\ell/M^3$ の対数)

水深	水層	調査時		水層毎の和	水層毎の平均値
		T ₁	T ₂		
0(m)	D ₁	0.5441	0.9294		
		0.5441	0.6532		
		0.7782	0.5441		
	和	1.8664	2.1267	3.9931	0.6655
2(m)	D ₂	0.6532	0.7782		
		1.1303	0.8129		
		0.7782	1.0414		
	和	2.5617	2.6325	5.1942	0.8657
8,7(m)	D ₃	0.9294	0.5441		
		0.7782	0.6990		
		0.5441	0.2041		
	和	2.2517	1.4472	3.6989	0.6165
総	和	6.6798	6.2064	12.8862	
平	均	0.7422	0.6896		0.7159

表7 短時間内における変化の分散分析

要因	S. S.	D. F.	M. S.	成 分
調査時	0.01245	1	0.01245	$S_s^2 + 3S_{DT}^2 + 9S_T$
水層	0.20917	2	0.10459	$S_s^2 + 3S_{DT}^2 + 6S_D^2$
実験誤差	0.10755	2	0.05377	$S_s^2 + 3S_{DT}^2$
抽出誤差	0.48227	12	0.04019	S_s^2
計	0.81144	17		

表8 実験誤差と抽出誤差との関係

	平均平方	測定 単位数	平均値の 分散	分散の推定 するもの
実験誤差	0.05377	3	0.01792	$\sigma_s^2 + \sigma_e^2$
抽出誤差	0.04019	1	0.04019	σ_s^2

$$\sigma_s^2 = 0.04019; \sigma_e^2 = 0.01792 - 0.01339 = 0.00453$$

表9 海田湾金輪水道における大型懸濁質の変化

(数値は排水量 $\text{m}\ell/\text{M}^3$ ならびにそれを100倍したものの対数、採水はポンプ；
採水速度 $10\ell/23\text{sec}$ 、採水量 20ℓ ；Plankton-netXX-13)

調査水深	調査単位	第1回調査 (10.30-10.49)		第2回調査 (11.00-11.20)		第3回調査 (11.30-11.47)	
		$v (\text{m}\ell/\text{M}^3)$	$\log (100 \times v)$	$v (\text{m}\ell/\text{M}^3)$	$\log (100 \times v)$	$v (\text{m}\ell/\text{M}^3)$	$\log (100 \times v)$
0(m)	$U_{0,1}$	1.10 0.75	2.041 1.875	0.50 0.10	1.699 1.000	1.05 0.85	2.021 1.929
	$U_{0,2}$	1.25 1.25	2.097 2.097	1.70 1.25	2.230 2.097	0.60 0.35	1.778 1.544
	$U_{0,3}$	1.00 0.75	2.000 1.875	1.55 1.20	2.190 2.079	0.60 0.95	1.778 1.978
2(m)	$U_{2,1}$	1.50 1.00	2.176 2.000	0.50 1.00	1.699 2.000	1.85 1.35	2.267 2.130
	$U_{2,2}$	1.55 1.25	2.190 2.097	1.00 1.00	2.000 2.000	0.10 0.45	1.000 1.653
	$U_{2,3}$	1.00 0.75	2.000 1.875	1.50 1.25	2.176 2.097	1.00 1.10	2.000 2.041
9(m)	$U_{9,1}$	2.50 1.75	2.398 2.243	1.00 0.75	2.000 1.875	1.10 0.85	2.041 1.929
	$U_{9,2}$	1.75 1.50	2.243 2.176	1.75 1.75	2.243 2.243	2.35 0.85	2.371 1.929
	$U_{9,3}$	1.30 0.60	2.114 1.778	0.75 0.25	1.875 1.398	0.60 0.85	1.778 1.929

表10 水層別の分散分析

水層	要因	自由度	平方和	平均平方	平均値分散	分散の推定内容
0(m)	調査時(T)	2	0.081291	0.040645	0.006774	$\sigma_s^2/6 + \sigma_U^2/3 + \sigma_T^2$
	調査時内抽出時(U)	6	1.067916	0.177986	0.088993	$\sigma_s^2/2 + \sigma_U^2/1$
	抽出時内標本(S)	9	0.251215	0.027913	0.027913	σ_U^2
	計	17	1.400422			
$S_s^2=0.027913 ; S_U^2=0.074957 ; S_T^2=-0.022864$						
2(m)	調査時(T)	2	0.136952	0.068476	0.011413	$\sigma_s^2/6 + \sigma_U^2/2 + \sigma_s^2/2$
	調査時内抽出時(U)	6	1.113966	0.185661	0.092830	$\sigma_s^2/2 + \sigma_U^2/1$
	抽出時内標本(S)	9	0.162524	0.018058	0.018058	σ_s^2
	計	17	1.413442			
$S_s^2=0.018058 ; S_U^2=0.083801 ; S_T^2=-0.019531$						
9(m)	調査時(T)	2	0.155855	0.077927	0.012988	$\sigma_s^2/6 + \sigma_U^2/3 + \sigma_T^2$
	調査時内抽出時(U)	6	0.759994	0.126666	0.063333	$\sigma_s^2/2 + \sigma_U^2/1$
	抽出時内標本(S)	9	0.151781	0.016865	0.016865	σ_s^2
	計	17	1.067630			
$S_s^2=0.016865 ; S_U^2=0.054901 ; S_T^2=-0.008023$						

- i) 各抽出時内の測定数を2倍にする。
- ii) 抽出時の回数を2倍にする。
- iii) 2倍にした抽出時より採水をそれぞれ1回行なう。
- iv) 抽出時の数を半数にし、各々より4回採水する。

かくして得られた結果は表11に示した。すなわち

i) の調査構造においては、測定努力が倍加されても知識増加は11%にすぎない。

ii) では測定努力が2倍になることは i) の場合と同様であるが、知識増加は400%となる。しかし、実際の調査では限られた時間内かなりの測点を調査しなければならず2倍の努力を注ぐことは、現実的にはかなりの困難が予想される。

iii) 測定努力は、構造改変以前と同一であるが、知識増加はもとの約200%に達する。これは採水を許された時間内で万遍なく行なうことの得策なことを示すものであり、何等かの方法による層化の利点を暗示する。

iv) が非能率的であることは、その考え方が iii) と逆なことからも当然考えられる所である。

表11 実験構造の変化に伴う相対知識および知識増加

実験構造の種類	1	2	3	4
調査時内測定数	12	12	6	6
抽出時内測定数	4	2	1	6
測定数	1	1	1	1
相対知識	1.11	5.13	3.30	0.26
知識増加(%)	11	413	230	-74

第2項 小型懸濁質について

本項においては小型懸濁質(大略 100 μ ~0.4 μ の範囲内)について前と同様の観点からの吟味を行なった。調査方法は次のようにした。すなわち、1956年3月27日、広島港元宇品沖の一点において、北原式中層採水器2個を同時に2m層に垂下し、2分毎に同時採水を行ない、30分間16回の採水試料を得た。試水は硝子瓶に入れ、実験室に持ち帰り、直ちに Membrane filter No. 2 で減圧濾過し、懸濁質の乾物量を求めた。一方同一試水について、それぞれの濁度、ならびに塩素量を求めた。その結果は表12に示した如くである。

本調査時の範囲内では小型懸濁質乾物量は時間の経過とともに徐々に多くなる傾向にある。その理由としては、この日の満潮時が10時05分であって、調査が丁度落潮時にあたっていたため、沿岸の水が測点を通過したことによるものと考えられる。このような条件下にあっても、測点を通過した水塊は、小型懸濁質乾物量の濃度の上から、大体4つの群に分けられるように考えられるし、1つの水塊の通過時間は大略10分程度ではないかと推測される。この時の流速

表12 Membrane Filter No.2 による小型懸濁質連続調査結果

採水時間	経過時間 分	水温 °C	Cl%	小型懸濁質 Dry Wt mg/ℓ	濁度 (τ)	備 考
時 分						
10 24	0	10.9	16.86	1.9	0.72	最高潮時 10時05分
26	2		17.35	1.4	0.39	
28	4		17.26	1.8	0.52	
30	6	10.9	17.32	1.6	0.45	
32	8		17.22	1.9	0.52	
34	10		16.46	2.0	0.54	
36	12		16.76	2.0	0.54	
38	14		17.20	2.0	0.46	
40	16	11.0	17.11	1.8	0.48	
42	18		16.87	2.2	0.58	
44	20		16.87	2.3	0.58	潮目に入る 潮目の中心通過
46	22		16.81	2.3	0.58	
48	24		16.78	2.4	0.52	
50	26	10.6	16.79	2.2	0.52	
52	28		16.81	2.4	0.58	
54	30	10.6	16.86	2.4	0.60	

は不明であるので水塊の大きさについては直ちにうんぬんする事はできない。

次に同時に行なった塩素量と小型懸濁質および大型懸濁質との不均一さを比較するために、それぞれの平均値および変異係数を求めると表13の如くなる。調査単位のとおり方、調査時点の差異、あるいは調査地点

の設定の仕方等で、得られる結果は同一であるとは考えられないが、今回の調査結果から、大型懸濁質が最も不均一分布を示し、塩素量が最も安定した(均一)の分布を示している。塩素量と大・小懸濁質とは生・無生という点からも本質的差異が考えられるわけであり、分布型を決定する要因があるいは基本的に相異しているかも知れないが、一応今回の調査の範囲内においては、懸濁粒子の大きい程それらの分布は不均一となり、塊状分布の性格を強く示すように考えられる。

小型懸濁質の分布が、大型懸濁質のそれに比較して、やや均一な分布を示すとはいえず、やはり Patch を形成していることは否めない所である。従って大型懸濁質の調査の上で結論された事項はやはり考慮すべきものとする。すなわち、具体的調査においては、若干の時間をかけて採集することが、それより得られる結果の適用範囲を拡大し、比較的正確に、その周囲の事情を代表し得るのではないかと考える。そのために著者等は、前述の如き水中濾過器を使用したわけでもあり、時には毛細管を附設した採水瓶を採用し、毛細管の太さなどを調節することにより採水時間を調節するようにした方法を用いた。

同一時間内で水中濾過器と毛細管採水による測定を行なった場合、概して後者による測定値が大きかった。この原因については不明であるが、この観測時間内で、幾度か採水器に依り採水したものから得られた測定値を前2者に比較すると水中濾過の値とより接近している。これらの事情の一端は表14に示した。

いずれにしても採水方法の差が、測定値に影響することは否めない所で、各調査における結果の比較にあたっては充分注意する必要がある。

以上が小型懸濁質調査にあたっての若干の吟味であるが、すでに述べた如く、測定精度はいずれも、その研究の必要とする内容によって決定さるべきものであり、瞬間的採水結果が比較的代表的値としての信頼性を減少する危険性をもつものであるとはいえ、調査の目的乃至は調査時の条件により、採用せざるを得ない場合もある。この意味において、本報告中でも、必ずしも長時間採水を行なった場合のみではなく、瞬間採水をも適用した。

表13 懸濁質および塩素量の短時間内(30分)変化の比較

型	項目	平均	変異係数
大型	排水量 $m\ell/M^3$	1.48	0.72
	乾物量 mg/M^3	204.3	0.97
小型	乾物量 mg/ℓ	2.037	0.14
	塩素量 %	16.95	0.015

表14 採水法による小型懸濁質量 (mg/ℓ) の差異。(水中濾過は3つを同時に使用、毛細管式も同様)

採水法	繰返し No.	乾物量 (mg/ℓ)	採水時間
水中濾過器	1	1.20	10時37分
	2	1.22	}
	3	1.47	12時16分
平均		1.297	
毛細管式	1	2.33	10時37分
	2	2.20	}
	3	2.27	12時11分
平均		2.27	
北原式中層採水器		1.60	10時45分
		1.55	11時20分
		1.50	12時5分
平均		1.55	

第2章 懸濁質の本体に関する研究

本章においては主として海中懸濁質の本体に関する事項について考察した。

第1節 浅海懸濁質の粒子組成

海水中の懸濁質が如何なる粒子組成から成っているかは、海洋学的にも、生物学的にもかなり興味ある問題には違いない。しかしながら、すでに述べたように、海水中の懸濁質は極めて多岐にわたる起源をもち、その上海中においての変化はあるいは分解の方向に、また他方では生物の繁殖、他からの流入などによる増加の方向へと極めて複雑な経過をたどっていることが予想される。従ってその粒子組成についても、極めて動的であり、一般的に適用される結果を得るまでには今後かなり多くの研究成果の集積を継続せざるを得ないことであろう。従って本節で述べる所も、ある一つの断面にすぎず、この結果をもってすべてを律するわ

けには行かないであろう。

なお、海水懸濁質中のある部分は極めて不安定な状態にあり、採水、濾過などによってあるいは分解しあるいは凝集し、海中での姿とは異なったものとなるものがある。従って測定の方法によって、得られた結果に若干の差異が生ずる場合も予想される。

第1項 乾物量より見た大型・小型懸濁質の割合

本項では海水中に存在する懸濁質を Plankton-netXX13 (約100 μ) で2分し、それぞれを大型・小型懸濁質とし、これら両懸濁質の乾物量の混在割合について先ず巨視的に若干考察した。

従来、貝類餌料は専ら Net-plankton について考えられていた。その後貝類の生理生態に関する知見の集積と、海水中の微小懸濁質についての研究の進展にともない、いわゆる Net-plankton の重要性に関して疑問の陰が見えはじめて来た。著者などは以上の諸点を考え合せ、とりあえず、大型懸濁質と小型懸濁質との浅海における混在率をそれぞれの乾物量について吟味した次第である。

すでに述べた如く、懸濁質の時空的变化は、質・量ともに大きく、大・小懸濁質の割合も常に変化することが予想されるわけであるが、本研究により浅海における一端の事情は推察できるものと考えられる。

いわゆる Net-plankton³⁰⁾ の量と、それより小型の微細懸濁質との割合を追究した研究は比較的少ないようである。花岡は両者の間に次式の関係を仮定した。

$$p = 8500 T^{-2.64} - m$$

但し p は Net-plankton の排水量 ($\text{m}\ell/\text{M}^3$)、T は透明度の深さ (m)、m は Net-plankton が m ($\text{m}\ell/\text{M}^3$) だけある場合と同等の透明度に対する影響を示す微細懸濁質の量であって、微細懸濁質そのものの量ではない。花岡は内湾について次の如くいっている。「透明度 10m 以下の濁った水塊においては、Net-plankton は懸濁質中精々 50% 以下で、一般内湾に多く見られる透明度 5m 以下のような場合は 20% に及ぶ場合は少ない。」すなわち Net-plankton 以外の微細懸濁質の多いことを示している。

著者等は大型・小型懸濁質の混在率を吟味するために、次のようにした。大型懸濁質採集にあたっては、透明度深より表層まで普通 Plankton-net で垂直曳して得られた懸濁質をホルマリンにて固定し、その乾物量を求めた。小型懸濁質の場合には、Plankton-net の垂直曳と大体同時に、透明度深より表層までを 5 等分しそれぞれから、北原式中層採水器をもって採水し、その内 400 $\text{m}\ell$ を上記 Plankton-net と同一網地 (XX13) で濾過したものを一つの瓶に入れ、総量を 2 ℓ とする。これらの適当量を可及的速かに、すでに述べた Membrane filter を使用して濾過し乾物量を求めた。

以上の如くして得られた結果の一部は表15に示した通りである。これら結果についての詳細な考察は別に述べるとして、ここではただ、大型懸濁質に対し小型懸濁質の量が極めて多いことを指摘しておくに止める。

表15はすべて1956年夏の調査結果のみを示したものであり、大・小懸濁質の割合は、同一時期であっても各調査水域ではそれぞれ若干の特長を示している。従って、これら全体の平均値を求めることは、あまり意味のないことではあるが、一応本邦西部沿岸乃至は内湾の概要を総括的に把握するために、一応全平均値を求めると、大型懸濁質乾物量は約 156 mg/M^3 となり、小型のそれは約 2400 mg/M^3 、従って小型懸濁質は乾物量として大型懸濁質の大体 15 倍となる。大型懸濁質採集は一応問題ないとしても、小型懸濁質の場合には、採集層を機械的に 5 等分したわけであり、両者の示す内容で若干疑問の点があるが、後述する如く、小型懸濁質は表層に比較的多く、濁度の垂直分布などから考えても、単純平均値は、分布を考慮しての重み付平均値より若干小さな値を示すことが普通である。従って調査上の不備を考慮しても小型懸濁質乾物量は大型のそれに対して、かなり多いことには間違いがないと考えられる。

貝類が微細粒子を摂取することはすでに緒言でも述べた所であり、真の餌料価値については、それぞれ大

* 個々の養殖場についての考察は第3節に述べた。

表15 大型・小型懸濁質乾物量

調査水域	大型懸濁質 (mg/M ³)	小型懸濁質 (mg/M ³)	比率 (小型/大型)	調査水域	大型懸濁質 (mg/M ³)	小型懸濁質 (mg/M ³)	比率 (小型/大型)
佐世保湾・大村湾真珠養殖場	127.1	3400	26.7	海田湾カキ養殖場(広島湾の一部)	169.3	3000	17.7
	118.8	2600	21.9		235.5	2900	12.3
	45.5	2000	43.9		176.7	2600	14.7
	132.2	3400	25.7		303.1	5300	17.5
	61.0	2800	45.9		294.6	3000	10.2
	87.3	1800	20.6		176.8	4000	22.6
	190.0	1800	9.5		207.4	5200	25.1
	104.5	1800	17.2		145.9	3800	26.0
	428.9	1600	3.7		178.2	4700	26.4
	147.1	1800	12.2		151.5	6300	41.6
313.9	1800	5.7	190.5	2600	13.6		
49.1	2200	44.8	草津カキ養殖場(広島)	954.5	5600	5.8	
67.0	2000	29.8		231.7	3900	16.8	
34.8	2400	69.0		130.9	900	6.9	
83.6	2000	24.0		150.3	1000	6.7	
23.0	2000	86.9		147.6	1200	8.1	
68.5	1200	17.5	135.5	1300	9.6		
55.3	1600	28.9	幸ノ浦真珠(広島)養殖場	75.0	2500	33.3	
196.6	1400	7.1		65.5	1500	22.9	
58.8	1200	20.4		59.4	1400	23.6	
108.7	1200	11.0		100.0	1300	13.0	
130.4	800	6.1		88.6	1200	13.5	
107.2	1200	11.2		84.2	1600	19.0	
77.4	1200	15.5					
207.1	3200	15.5	平均	155.76	2400	15.4	

型・小型懸濁質の化学組成をみなければうんぬんすることはできないにしても、量的に多い小型懸濁質は貝類に摂取される機会の多いことだけは予想される。この点花岡が提称したm量の生産の重要性和著者などの小型懸濁質の重要性とは一致する。

第2項 Optical density からみた相対粒子組成

前項においては懸濁質を約100 μ で2分し、それぞれの混在率について考察し、100 μ 以下のいわゆる小型懸濁質が極めて多量なことを指摘した。本項ではこれら量的に多い小型懸濁質内の相対的粒子組成について若干吟味した。

海水中の懸濁質含量は前述した如く、普通の浅海においては1 ℓ 当り数mg(乾物量)に過ぎない、従って、このような低濃度の懸濁質を何らかの方法、例えば適当な濾過剤に依って、大いさ別に分類することができたとしても、それぞれの区分について秤量することは極めて多量の海水を処理しなくてはならず、特別の装置を使用せずには殆んど不可能に近い。著者等は他の研究者と同様、各濾液について光学的方法により、それぞれのOptical-densityを求め、相対的な懸濁質の粒子組成を算出した。

浅海養殖場において、10 ℓ の海水を採水し、可及的きれいに洗浄した硝子瓶の中に入れ、実験室にもち帰り、できるだけ速やかに各硝子Filter(No.1~No.4)および“Membrane filter”(平均孔径400 μ)で吸引濾過し、それぞれの濾液について、日立製分光光度計(Cellの長さ10cm)を使用し、波長625 μ

で濁度を求めた。この場合の対照は新鮮な再蒸溜水を使用した。なお試水はあらかじめ Plankton-net XX-13 で大型懸濁質を除去したものである。

一般に濁度(τ)は次式で表わし得るといわれている。

$$\tau = K n \pi r^2$$

但しKは波長に関係する常数、nは懸濁粒子の個数、 π は円周率、rは粒子の半径である。この場合、海水中の懸濁粒子は必ずしも球形ではなく、その形は千差万別であろうし、仮りにそれが球形であるとしても、同一半径の粒子を集めるわけにはいかない。従って著者等は、rをある範囲内の粒子半径の算術平均をもってした。更に厳密にいうなれば、濾過材の平均孔径の大きさである。

測定波長が一定であれば、粒子個数nは上式より

$$n = \frac{\tau}{K \pi r^2}$$

として求めることができる。

今 Filter 孔径 100μ と 60μ との間にある濾液中の粒子数を1とすると、他の粒子径区分に属する懸濁粒子数はそれぞれの濁度 (τ_i) を測定することにより近似的に次式で求めることができるであろう。

$$n(i) = \frac{\tau_i r_i^2}{r_1 r_1^2}$$

但し $n(i)$ は平均粒子半径 r_i をもつ粒子径区分の粒子数であり、 τ_i はその区分の濁度。 r_1 、 τ_1 は Filter 孔径 $100\mu \sim 60\mu$ 区分の平均粒子半径およびその濁度である。かくして求めた、懸濁質の相対的粒子組成の一例は、表16に示した。

表16 相対粒度分布 (内海区水研前表層水)

本表は浅海の一例にすぎないが、傾向としては懸濁質直径の小さいものほど個数は多くなる。この傾向は菱田³²⁾の結果と全く一致する。W. V. BURT³³⁾は Chesapeake 湾の懸濁質の粒度分布について、平均半径 0.3μ 程度、すなわち平均直径 0.6μ 程度の粒子が最も多く、平均直径 1.2μ 以上が最多となることはほとんどないとい

Filter の種類	Plankton NetXX-13	Glass-Filter				Membrane-filter No. 5	
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4		
粒径 (μ)	112>	100>	60>	30>	5>	0.4>	
濁度	試料 I	2.74	2.64	1.86	1.80	0.15	0.08
	試料 II	0.57	0.45	0.34	0.30	0.28	≈ 0.02
	試料 III	0.65	0.61	0.57	0.30	0.16	≈ 0.02
粒径範囲 (μ)		100~60	60~30	30~5	5~0.4	0.4>	
相対個数	試料 I		1	0.2	44	79	17,200
	試料 II		1	2	7	146	27,800
	試料 III		1	14	73	30,702	83,300

っている。また、E. D. GOLDBERG³⁷⁾などは La Jolla 沖表層水の鉄粒子の個体数は直径 $3 \sim 4\mu$ が最も多いことを報告している。W. V. BURT と GOLDBERG などの結果には一見喰い違いが見られるが、前者は光学的方法により、全懸濁質について論じ、後者は鉄粒子にのみ限った点にもその原因があらうし、前者が沿岸水を研究の対象としたに對し後者が沖合水であることにもよるであろう。著者などの場合は大体 5μ 以下が個体数では多い。なお表16の3試料にも見られる如く、粒度組成は水域によりまた水塊により極めて大きな差異を示すことが予想されることは充分注意すべきであろう。

第3項 懸濁質係数より求めた粒子径並びに若干の吟味

いわゆる、Mie の法則を適用することによって海水中の懸濁質の粒子径を求めようとする研究は最近多くなって来た。この場合の測定項目は一般に、濁度(τ)と懸濁質乾物量(S)、あるいは各種波長におけるそれぞれの濁度(τ)が採用されている。

この場合現場において懸濁質乾物量を測定すること。あるいは各種波長を用いての濁度を測定することは、かなり面倒なことであって、出来得れば別のより簡便な測定項目におきかえることが望ましい。

著者等はすでに懸濁質係数“a”なるものを定義し、更に、Mieの法則を適用することによって理論的に求めたW. V. BURTの結果を採用することにより、懸濁質係数から直ちに懸濁質の粒子径を求める方式を提唱し、瀬戸内海をはじめ若干の水域で得た結果は懸濁質係数“a”が0.2~2の範囲で懸濁質の平均粒子径は2.4 μ ~5 μ の範囲であることを明らかにした。

懸濁質係数“a”は(1)水中照度(I)と透明度(T)を測定することにより最も簡単に求め得るが、(2)水中照度(I)と濁度(τ)を測定することによっても求め得る。

すなわち次式が成立することはすでに報告した所である。

$$I_T = I_0 \exp(-aT^b)$$

$$\dots\dots\dots(1)$$

$$a = 1.38 \mu \tau^{-0.2} + 0.056$$

$$\dots\dots\dots(2)$$

さて(1)式のbについて、花岡等³¹⁾は東京湾、広島湾などの調査結果から $b = \text{const.} = 0.7$ を得たが、著者等はbの値に関して、各種条件の水域にわたって追求吟味した。その結果の一部は表17、図10A~Gに示した。

図10Aは瀬戸内海中部の安芸灘(図11)調査の結果であ

図10. A 安芸灘における透明度と水中照度との関係

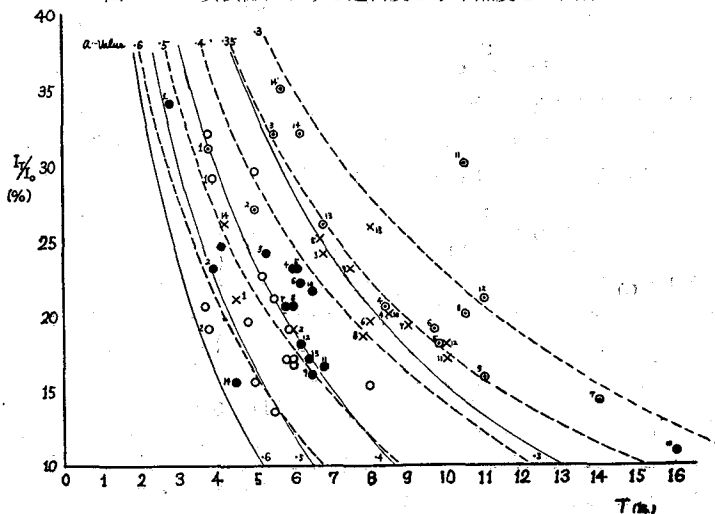
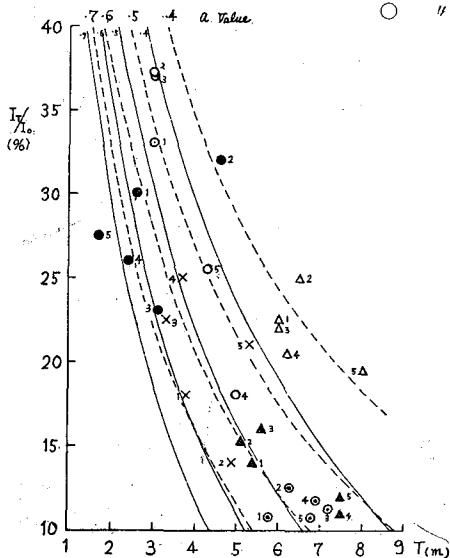


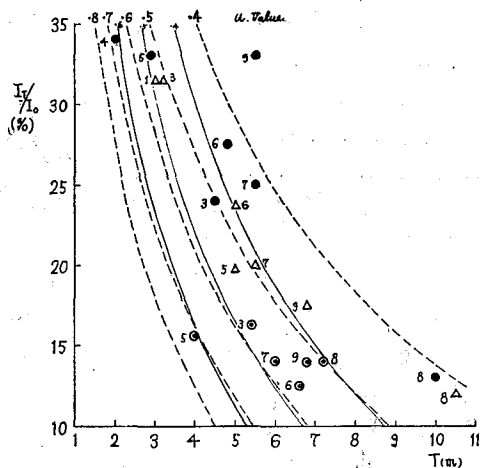
図10. B 宮島瀬戸における透明度と水中照度との関係



- '57. 7. 3
- " 8. 1
- △ " 9. 10
- × " 10. 3
- ▲ " 11. 12
- ◎ " 12. 11

- ◎ 1957. 6. 17
 - × " 8. 23
 - " 9. 26
 - " 11. 20
- 実線は $b=0.8$ } とした場合の各a値に対する
 破線は $b=0.7$ }
 点線は $b=0.5$ } 線 $I_T = I_0 e^{-aT^b}$
 なお添字は測点番号である。

図10. C 猿猴川泥における透明度と水中照度との関係



- '57. 6. 25
- △ " 9. 18
- ◎ " 12. 10

図10. D 児島湾における透明度と水中照度との関係

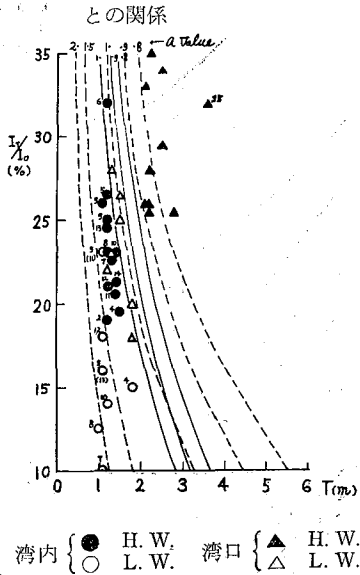
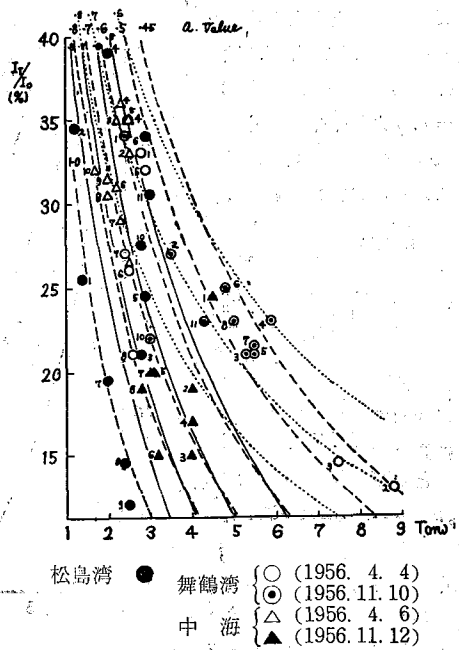


図10. E 透明度と水中照度との関係



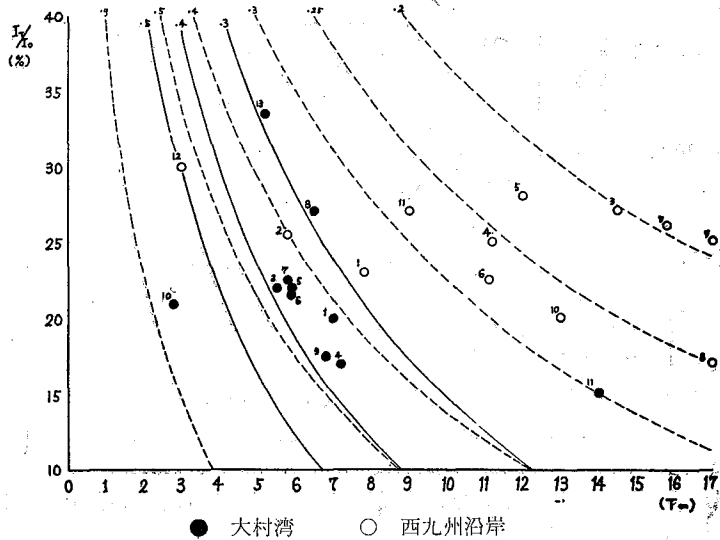
る。4回の調査結果は一応それぞれを形成しているともみさせるであろう。ただ、測点1, 2, 14は時によりそれぞれの群からかなりのずれを示す。これらの測点はいずれも音戸の瀬戸あるいは陸岸に近接している諸点で、肉眼的水色あるいはPlankton量から他の測点とは異なり、明らかに陸水あるいは広島湾水に影響されていることが認められる。特に測点1は顕著であり、表17の塩素量からも伺い知ることができる。

4回毎の結果を見ると、6月は塩素量、透明度いずれの点からも最も陸岸の影響が少

ないことが考えられる。8月は塩素量では、その後の2回調査に比較してやや高いが6月ほど顕著ではない。透明度はかなり大きく、全般的に6月に次いで陸水の影響は少ないものと考えられる。9月は塩素量の点では8月に比較して大差ないが、透明度ではかなりの差が認められ、陸水の影響は大きい。11月は塩素量・透明度いずれからも最も陸水の影響を強く受けているように考えられる。

いま全般的には上記のように区分され得る各回調査を、それぞれについて考察すると大体次のようになる。6月調査で見ると、花岡の式で $b=0.7$ (図上破線) とすると、測点1, 2は $a=0.5, 0.4$ の間であり、

図10. F 透明度と水中照度との関係



測点 3, 4, 5, 6, 9, 13 は $a = 0.35$ 線上にほとんどのる。また測点 7, 8, 10, 14, 14' は $a = 0.31$ 線上にのり、測点 12 は $a = 0.3$ よりやや小さく、測点 11 は他の測点と顕著な差が認められる。この内測点 1, 2 についてはすでに述べた。 $a = 0.35$ 線上にある 1 群は測点 9 を除いてはすべて広島県側島嶼部附近にあり、立地的には測点 1, 2 の延長と考えられる位置にある。これに対し他の 1 群は 14, 14' を除いて 3 測点とも四国側に存在している。測点 11, 12 はいずれも水道口にあり、伊予灘の影響を強く受けるものと考えられる。以上の如き各測点の位置を考慮すれば、それぞれがある法則性に従っているとい

ことは必ずしも偶然ではないものと考えられる。花岡の式で $b = 0.8$ とした場合 (実線) あるいは 0.5 (点線) の場合は 0.7 よりも合理性が乏しいように考えられる。

8 月の調査結果を見ると、大体の傾向は 6 月のそれと同様であるが、測点 3, 5, 6, 8 の灘北東縁部が 1 群をなしていること、および測点の特異な点を示すのが相違している。これらは伊予灘からの侵入水の影響によるのかも知れないが詳細は今後の問題であろう。いずれにしても $b = 0.7$ によって最も良く整理されるようである。

9 月・11 月の調査結果からも大略上記の関係が見られる。

要するに安芸灘の場合、6 月より 11 月までの間では花岡の式が成立し、特に恒数 b の値は 0.7 として大過ないものと考えられる。

図 10B は広島湾宮島瀬戸附近 (図 12) での調査結果である。本水域は瀬戸をはさんで南北にひらけ、北部 (測点 1) は広島市側の陸水に影響され、南側は伊予灘の比較的沖合水が浸入して来る所である。従って一般に南側が高温である。しかし時には (降雨の場合) 南側が、岩国・大竹地方の影響によってか、極めて陸水性となることもある。また潮時によって若干は変化するが、大要は花岡の式が成立し、 $b = 0.7$ の場合が

図 10. G 透明度と水中照度との関係

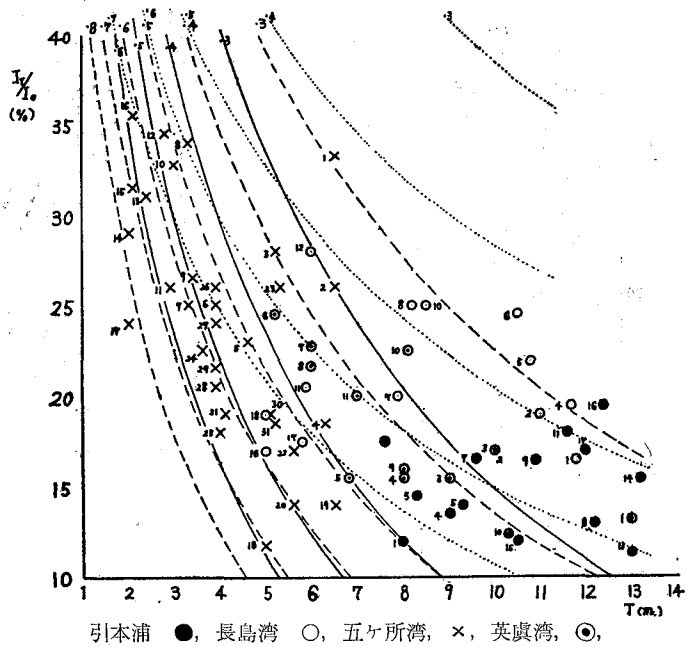


図 11. 安芸灘測点図

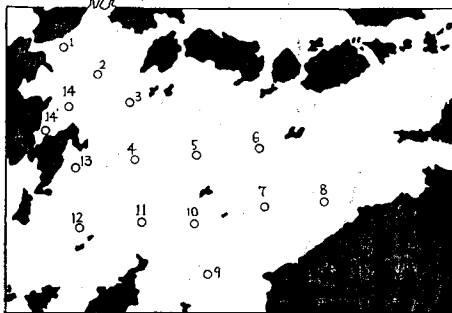


図 12. 宮島瀬戸測点図

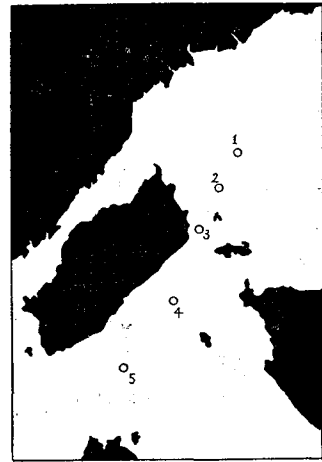


表17 各種内湾における透明度と照度ならびに塩素量

水域	年月日	測点	T (m)	I_T/I_0 (%)	Cl (%)	水域	年月日	測点	T (m)	I_T/I_0 (%)	Cl (%)	水域	年月日	測点	T (m)	I_T/I_0 (%)	Cl (%)							
宮島瀬戸 (広島湾)	'57 7.3	1	2.6	30.0	14.33	安芸灘 (瀬戸内海)	'57 7.29	6	9.7	19.3	18.33	太田川尻 (広島湾)		14	4.5	15.5	17.65							
		2	4.6	32.	16.68			7	14.0	14.2	18.38			14'	4.1	24.5	—							
		3	3.1	23.	15.53			8	10.5	20.	18.29		'57 11.20	1	3.9	29.	17.67							
		4	2.4	26.	14.09			9	11.0	15.7	18.41			2	3.8	19.	17.78							
		5	1.7	27.5	12.94			10	16.0	10.8	18.39			3	3.8	32.	17.74							
	'57 8.1	1	3.0	33.	13.31			11	10.5	30.	18.40			4	5.0	29.4	17.87							
		2	3.0	37.3	12.45			12	11.0	21.	18.35			5	3.7	20.5	17.83							
		3	3.0	37.	13.43			13	6.8	26.	18.31		6	4.8	16.8	17.86								
		4	5.0	18.	14.65			14	6.2	32.	18.25		7	5.9	19.	17.89								
		5	4.3	25.5	14.29			14'	5.7	35.	—		8	5.5	21.	17.90								
	'57 9.2	1	5.9	21.	—			'57 7.29	A ₁	4.3	25.		—	9	5.5	13.6	17.93							
		2	6.5	21.	—				A ₂	4.6	30.		—	10	5.0	15.6	17.93							
		3	5.9	24.5	—				A ₃	5.8	23.		—	11	5.8	17.	17.91							
		3'	6.0	27.4	—				A ₄	12.2	25.5		—	12	6.0	17.3	17.91							
		4	5.8	22.0	—				A ₅	12.9	19.		—	13	8.0	15.2	17.90							
	'57 9.10	1	6.0	22.6	17.11		'57 8.23	1	4.5	21.1	17.65		'57 5.15	1	6.2	24.	—							
		2	6.5	25.	17.33			2	6.0	19.8	17.72				2	6.2	28.	—						
		3	6.0	21.9	17.31			3	6.8	24.	17.76				3	6.5	19.5	—						
		4	6.2	20.5	17.40			4	8.5	20.	17.78				4	5.5	26.	—						
		5	8.0	19.5	17.41			5	6.7	25.	17.78				7	6.0	25.	—						
'57 10.3	1	3.8	18.0	16.03	6	8.0		19.5	17.98	'57 5.17	1	6.0	18.5	17.05										
	2	4.9	14.	16.14	7	9.0		19.2	17.83			2	5.8	23.5	17.16									
	3	3.3	22.5	15.60	8	7.8		18.5	17.84			3	6.0	23.3	17.17									
	4	3.7	25.	16.17	9	7.5		23.	17.97			4	6.2	23.5	17.15									
	5	5.3	21.	17.25	10	8.5		20.	17.82			7	6.1	20.5	17.24									
'57 11.12	1	5.4	14.1	17.25	11	10.0		15.2	17.83			'57 9.3	1	3.8	19.5	16.96								
	2	5.1	15.3	17.50	12	10.0		18.	17.83					2	4.1	19.5	17.05							
	3	5.6	16.	17.54	13	8.0		25.7	17.81	3	4.1			19.	17.07									
	4	7.5	11.	17.59	14	4.2		26.	17.72	4	4.5			9.	17.06									
	5	7.5	12.	17.60	14'	7.1		18.	—	5	2.7			14.	17.26									
'57 12.11	1	5.8	10.8	17.37	'57 9.26	1	3.9	23.	16.41	'57 9.12	1			2.9	19.	14.32								
	2	6.3	12.4	17.67		2	2.8	34.	17.60					2	3.0	20.	14.31							
	3	7.2	11.3	17.71		3	5.3	24.	17.66					3	2.7	26.	13.95							
	4	6.9	11.8	17.71		4	6.0	23.	17.69			4	2.2	30.	13.70									
	5	6.8	10.8	17.75		5	6.1	23.	17.65			5	2.9	24.	14.06									
'57 6. 17~19	1	3.8	31.	18.19		6	6.2	22.	17.68			'57 9.12	2	2.3	30.	13.64								
	2	5.0	27.	18.20		7	5.8	20.5	17.74					7	2.2	31.	13.46							
	3	5.5	32.	18.23		8	6.0	20.4	17.70					8	2.8	25.	14.06							
	4	8.4	20.5	18.24		9	6.5	16.	17.86															
	5	9.8	18.	18.25		10	6.5	21.5	17.83															

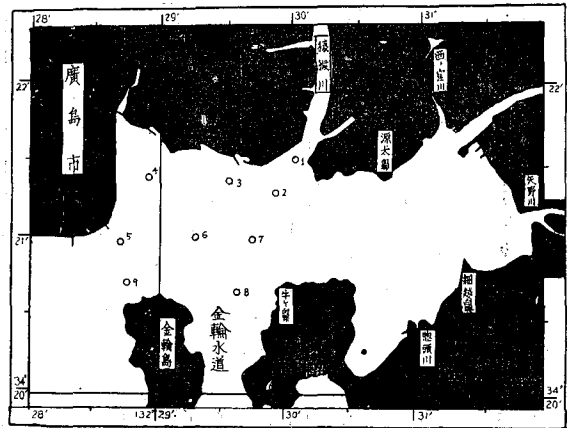
水域	年月日	測点	T (m)	I _T /I ₀ (%)	Cl (%)	水域	年月日	測点	T (m)	I _T /I ₀ (%)	Cl (%)	水域	年月日	測点	T (m)	I _T /I ₀ (%)	Cl (%)				
	'56 11.12	4	4.0	17.	—			16	12.4	19.5	—			16	2.1	35.5	17.47				
		5	3.1	20.	—			17	12.0	17.	18.29			17	2.0	24.	17.37				
		6	3.2	15.	—			長 島 湾 (三重県)	'57 10.15	1	11.8			16.5	18.25	18	5.0	11.7	17.98		
		7	3.0	20.	—					2	11.0			19.	18.25	19	6.5	14.	18.01		
		8	2.8	19.	—					3	10.0			17.	18.29	20	5.6	14.	17.97		
		大 村 湾	'56 8.1~2	1	7.2					20.	—			4	11.7	19.5	—	21	4.1	19.	17.92
				2	6.0					—	18.02			5	10.8	21.8	—	22	5.6	17.	17.95
				3	5.5					22.	17.84			6	10.5	24.5	—	23	5.3	26.	18.04
4	7.2			17.	17.85	7	7.9	20.	17.81	24	3.6	22.5	17.77								
5	5.9			22.	17.72	8	8.2	25.	16.45	25	4.0	18.1	17.58								
6	5.9			21.5	17.59	9	8.5	25.	16.63	26	3.9	26.	17.81								
7	5.8			22.5	17.83	10	8.5	25.	16.63	27	3.9	24.	17.81								
8	6.5	27.	17.60	11	5.9	20.5	18.05	28	3.9	20.5	17.66										
9	6.8	17.5	17.67	12	6.0	28.	17.58	29	3.9	21.5	17.89										
10	2.8	21.	17.72	16	5.0	17.	17.60	30	5.1	19.	17.90										
11	14.5	15.	18.37	17	5.8	17.5	17.74	31	5.2	18.5	17.98										
13	5.2	33.5	18.45	18	5.0	19.	17.62	的 矢 湾 (三重県)	'57 10.19	1	10.2	12.	17.68								
西 九 州 沿 岸	'56 8.5~6	1	7.8	23.	18.31	五 ヶ 所 湾 (三重県)	'57 10.16			1	13.0	13.3	17.91	5	10.2	12.8	17.92				
		2	5.8	25.5	18.38					2	10.0	17.	17.65	6	10.2	11.2	18.00				
		3	14.5	27.	18.41					3	9.0	15.4	17.70	8	4.7	18.5	17.59				
		4	11.5	25.	18.44					4	8.0	15.4	17.75	9	6.5	15.	17.53				
		5	12.05	28.	18.24					5	6.8	15.5	17.73	9'	5.0	18.4	—				
		6	11.1	22.5	18.45					6	5.2	24.5	17.70	10	5.5	19.	17.17				
		7	17.0	25.	18.41					7	6.0	22.7	17.64	11	7.3	14.	17.76				
		8	17.0	17.	18.34					8	6.0	21.6	17.69	12	7.0	14.2	17.63				
		9	15.8	26.	18.44					9	8.0	15.7	17.71	13	6.5	13.	17.26				
		10	13.0	20.	18.48					10	8.1	22.5	17.69	鳥 羽 湾 (三重県)	'57 10.20	2	8.0	16.4	17.35		
		11	9.0	27.	18.32			11	7.3	20.	17.70	3	7.5			22.	17.32				
		12	3.0	30.	18.10	1	6.5	33.	17.74	4	5.9	26.	16.91								
引 本 浦 (三重県)	'57 10.15	3	8.3	14.5	—	英 虞 湾 (三重県)	'57. 10.17	3	5.2	28.	17.73	5	6.0			25.4	16.91				
		4	9.0	13.4	18.05			4	6.3	18.5	17.81	6	6.0			22.	16.88				
		5	9.3	14.	18.13			5	4.6	23.	17.69	7	5.8			25.	16.70				
		6	7.6	17.5	17.98			6	3.9	25.	17.67	8	6.1			25.	16.64				
		7	9.6	16.5	—			7	3.3	25.	17.63	9	5.4			24.	16.10				
		8	12.2	13.	—			8	3.3	34.	17.62	熊 野 沿 岸	'57 10.23			1	9.7	18.	18.81		
		9	10.9	16.5	—			9	3.4	26.5	17.58			2	15.0	12.3	18.79				
		10	10.3	12.3	—			10	3.0	32.7	17.55			3	13.0	17.0	18.71				
		11	11.6	18.	18.02			11	2.9	26.	17.56			4	13.5	15.5	18.66				
		13	13.0	11.3	—			12	2.8	34.5	17.45			5	12.0	17.	18.66				
		14	13.2	15.5	—			13	2.4	31.	17.45										
		15	10.5	12.	—			14	2.0	28.8	17.28										
								15	2.1	31.5	17.41										

最も矛盾がないようである。

図10Cは海田湾の一部猿猴川尻(図13)の調査結果の若干を例示したものである。本水域の水塊分布・移動についての詳細は別に述べるが、その大

要は次のように考えられる。落潮時猿猴川の水は測点7附近で2分され、その大部は金輪水道(金輪・牛ヶ鼻間)を島寄りに流下し、他の一部は測点9附近をこれまた島寄りに流出する。漲潮時には、上記の逆に外海水が浸入し、全体的には源太鼻方向に進む。測点3, 6, 5で囲まれた水域は、漲・落潮時ともに取りのこされた観を呈し、著者等は一般にここを三角水域と呼んでいる。測点4は奥部の掘割りより流入する都市廃水の影響を特に顕著に受ける地点であり、特異な性格をもつ。従って本水域全体は潮時により、その趣は若干相違する。なお測点1, 2は水深の関係で観測し得なかったことが多い。

図13. 海田湾猿猴川尻測点図



1957年6月25日の調査は落潮時に行なったものである。その時の塩素量を見ると、大体次の如く水域は区分できる。すなわち i) 測点4, ii) 測点5, 3, iii) 測点6, 7, 9, iv) 測点8, これらの関係と $b = 0.7$ とした場合の等a線とはかなりの一致を示す。ただ測点9は一応異なった関係にあるが、その理由がどこにあるかは不明。なお $b = 0.8$ あるいは 0.5 は余り良いとは考えられない。

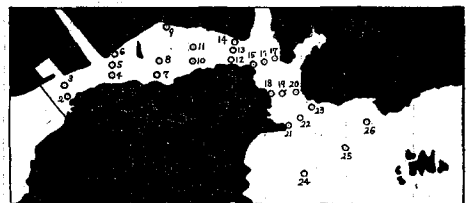
9月調査は漲潮時のものである。今表17により、塩素量と透明度から測点を区分すると、i) 1・3, ii) 3・5・6・7, iii) 8, iv) 9の4つにわけられる。これらの区分と $b = 0.7$ とした場合の花岡の式より求めた等a線とは、 0.8 あるいは 0.5 とした場合のそれより、高い一致度を示すように考えられる。

12月調査は落潮時のものであるが、これまた上記2回と同様の結果を得た。

以上から猿猴川尻においても $b = 0.7$ とした花岡の式が成立する。

図10Dは岡山県児島湾口(図14)の調査結果である。この例は、他の場合と異なり、極めて低塩分である所に興味がある。すなわち、今までの水域、あるいは以後のそれはいわゆる内湾であっても、この場合ほどには低塩分ではない。このような水域にあっても $b = 0.7$ とした花岡の式が適用できるか否かは、本式が、浅海という極めて変化に富んだ水域全体に適用し得るものであるかどうかを決定するであろうし、ひいては本式を使用して広く浅海養殖場を区分し得るか否かを決定するであろう。

図14. 児島湾(岡山県)測点図



本水域は表17のC1項でもわかる通り、干満潮時の差よりはむしろ、湾内部と湾口部の相異が顕著であり、この意味から見れば、湾内外水の置換は余りはげしくないように考えられる。図10Dは本水域を湾内・湾口の2つに区分し、それぞれについて満・干潮時毎に整理したものである。

湾内満潮時の調査結果を見ると、当然のことながら、塩素量は湾奥より湾口部に近づくに従って高くなる傾向が見られるが、透明度の点ではさほどの傾向は見られず、むしろほとんど一様と考えられる。従って満潮時にあっても、水深約1.5m前後の表層は、湾自体に生じた懸濁質によって占められていると考えられ、1群を形成することが予想される。今 $b = 0.7, 0.8$ における花岡の式より求めた等a線をあてはめると、 0.7 としても大過ないよう考えられ、測点6のa値が1.0を示し、若干特異な値であるほかは1.3~1.5の範

里にある。bの値0.7あるいは0.8でa値1.0以上の場合、それぞれの曲線の傾には大差ないので、いずれをとっても大差は認められない。このことは $b=0.7$ が不適ということの意味するものではなく、今後、花岡の式が理論化され、a値が1.0以上でたとえ $b=0.7$ が否定されたとしても、実際にあたっては0.7を使用しても大過ないであろう。

干潮時の結果は、満潮時ほどの集合を見せず、現象的には横軸に垂直な直線により整理される傾向が見られる。しかし、隣接測点は大体同一傾向の懸濁質をもつということを前提とすれば、概略 $b=0.7$ として求めた、等a線で整理されるようである。

以上のことから、塩素量4.94%~10.98%の範囲内でも $b=0.7$ とした花岡の式が適用できないという積極的な現象は認められない。この事柄は、中村が養鰻池でも、上式はほぼ成立すると報告していることを考え合わせると、あるいは当然なことではあるかも知れないが、今後著者等の立論のためには極めて便利な事柄である。

湾口部の結果についても満潮時の測点25をのぞけば、大体上記関係が成立するように考えられ、干潮時でも大略成立するようである。

図15. 松島湾測点図

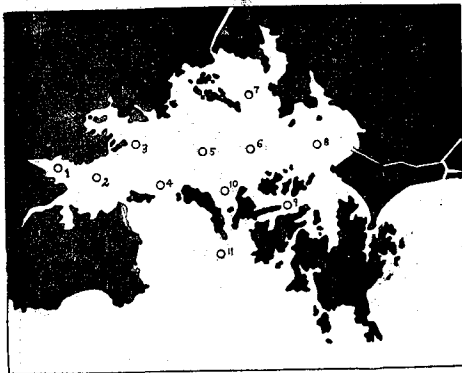


図17. 中海測点図



図16. 舞鶴湾測点図

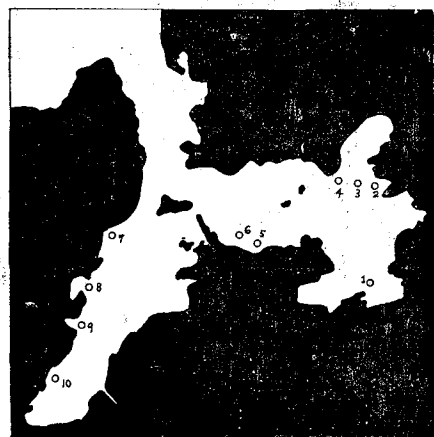


図10Eは松島湾(図15)、舞鶴湾(図16)および梶根県中海(図17)の調査結果を示すものである。いずれも、塩素量の測定を欠いているので、十分な考察はできないが、各湾とも調査時の観察から一応、沿岸水域、湾中央水域、並びに湾口部の3部分に分けられるように感じられた。まず松島湾について見よう。奥田・佐藤の調査研究結果からも大略上記の区分は認められる。今 $b=0.7$ とした場合の花岡の式より求めた等a線と3部分とがいかなる関係にあるかを吟味しよう。測点1・2・3・7・8・9 はいずれも沿岸水域にあり、

測点3をのぞく5測点は $a=1.0$ できれいに整理される。湾中央水域の測点5・6・10は、沿岸水域ほどには整理されない。その理由は、本水域が、外囲水と沿岸水との交雑する位置にあり、調査時間のずれなどによってもかなりのずれを示す筈であるということで説明される。湾口部の測点4、11は大体 $b=0.7$ で整理される。以上の事柄から花岡の式で $b=0.7$ を採用することの矛盾は少ないようである。

舞鶴湾を見ると、1956年4月調査では、明らかに測点は2分される。その一つは測点1、2、3、4、5の群であり、他は測点6、7、8の群である。本湾は図に見られる如く2岐に分岐しており、前者の群はいずれも

東岐あたり後者の群は西岐に属する。宮地・波部⁵⁴⁾などの調査結果も、両岐間に差異のあることを指摘していることから見ても著者等の得た結果は妥当なものと考えられる。

花岡の式の b を変えて等 a 線を求め、これと実測値を対比すると、測点2, 3は $b=0.5$ の場合の $a=0.7$ に相当しているが、測点1, 4, 5, 6が少なくとも $a=0.7$ より小さな値をもつようになる。塩素量の測定値がないので詳細は不明であるが、透明度の上では測点2, 3は極めて顕著な差異を示し、他の測点がいずれも3m以下であるに対して、この2測点は7m以上を示している。内湾の場合一般に透明度の大きい場合には a は小さな値を示しているので、この場合のみが、通常の関係と逆になることは考えられない。このことから $b=0.5$ は採用できないものと思う。 $b=0.7$ と 0.8 との差異は本湾に関する限りいずれともいえないが $b=0.7$ を否定する積極的理由は認められない。

1956年11月の調査結果は前回ほど両岐の相異は見られないが、この場合でも $b=0.7$ で花岡の式が成立しないとはいえないようである。

中海での2回調査結果について見ると、各測点の湾内位置を考慮すれば、大体 $b=0.7$ で花岡の式が

図18. 大村湾測点図

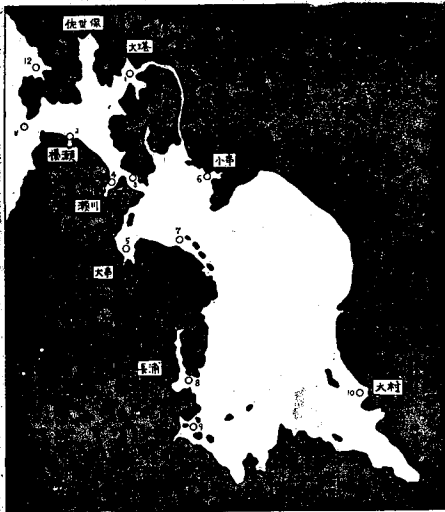


図20. 長島湾測点図

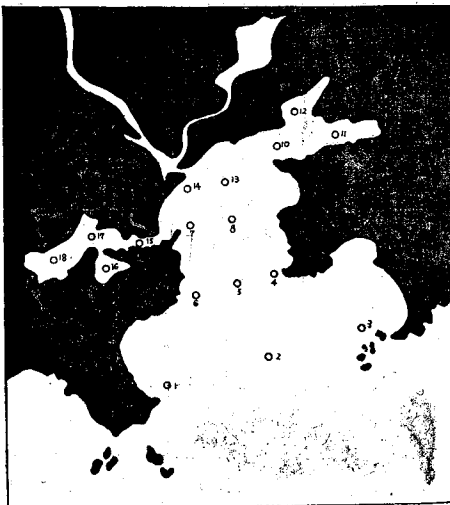


図19. 引本浦測点図

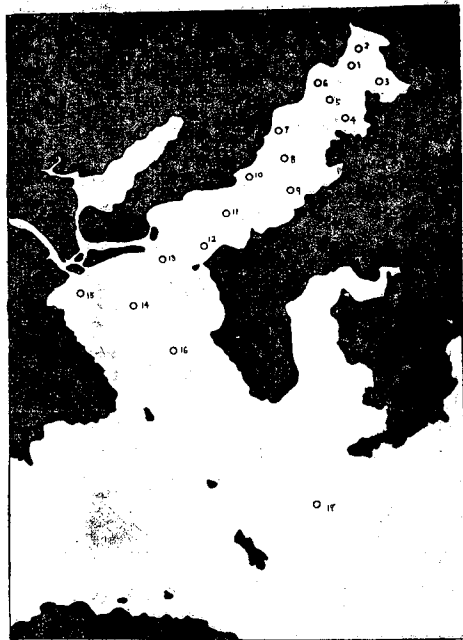
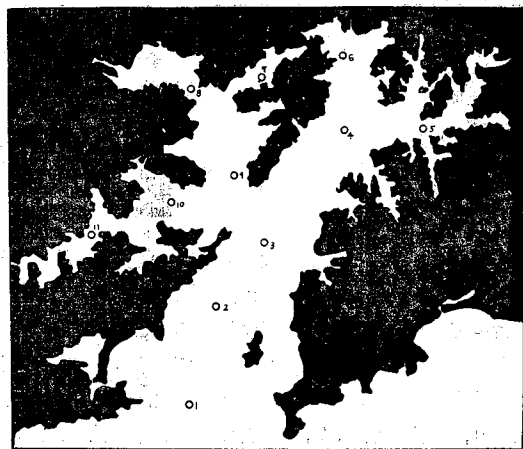


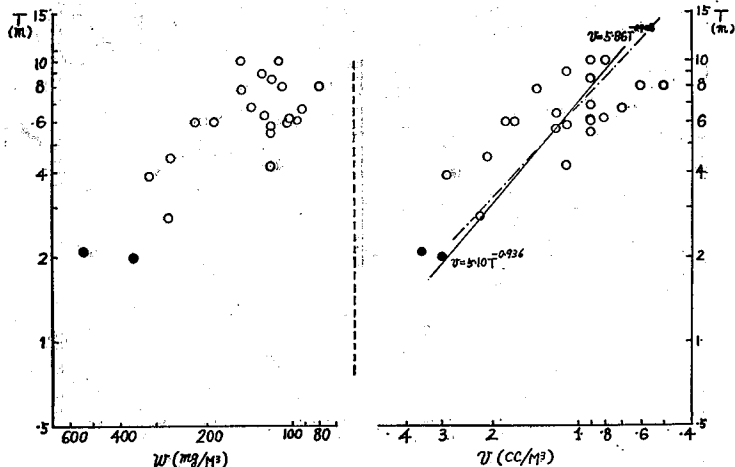
図21. 五ヶ所湾測点図



変動は大きく相関は不明瞭である。ii) 20~36mでは中等量で最もよく相関が認められる。iii) 36~50mでは、量的に少なく、透明度に拘らず一定。以上の結果から著者等の研究対象とした浅海・内湾では両者間の関係は極めて不明であることがわかる。これはすでに述べた如く、浅海・内湾では大型懸濁質に対し小型のそれが常に多いことから、透明度を左右するのは大型懸濁質の量ではなく、小型懸濁質によるためかも知れない。

著者等はまず小型懸濁質を考慮外にし、大型懸濁物のみで両者間の関係を吟味した。大型懸濁質においても形状・質などは区々であり、その光学的意味もそれぞれ異なることが考えられる。従ってこれらが無差別に取り扱うこと自体に大きな問題があるように考えられる。そこで、著者等は出来るだけ等質な資料により両者の関係を見るべく、大型懸濁質の排水量 ($V\text{m}\ell/\text{M}^3$) とその乾物量 ($W\text{g}/\text{M}^3$) の比 (α) により整理した資料を用いた。この比 (α) は、そこにあらわれた懸濁質の質をある程度示すものと考えられる。この比 (α) の大きいことは、その懸濁質は比較的膨化していて含水率が大きいと考えられ

23図A: 排水量($\text{m}\ell/\text{M}^3$)/乾物量(mg/M^3) = $\alpha < 1.0$ 区分における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V) ($\text{m}\ell/\text{M}^3$) ならびに乾物量(W) (mg/M^3) との関係。(●, ▲...幸の浦; ○, △...安芸灘)



23図B: $\alpha \dots 1.0 \sim 1.9$ における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V), 乾物量(W)との関係 (○...海田湾; ●...安芸灘; △...英虞湾; ▲...的矢湾; ◎...鳥羽湾; ×...その他)

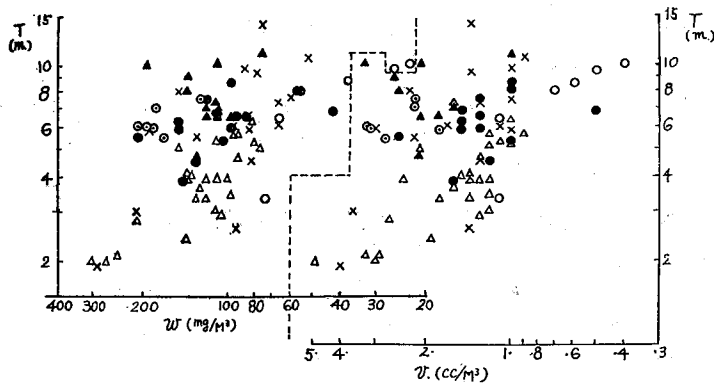
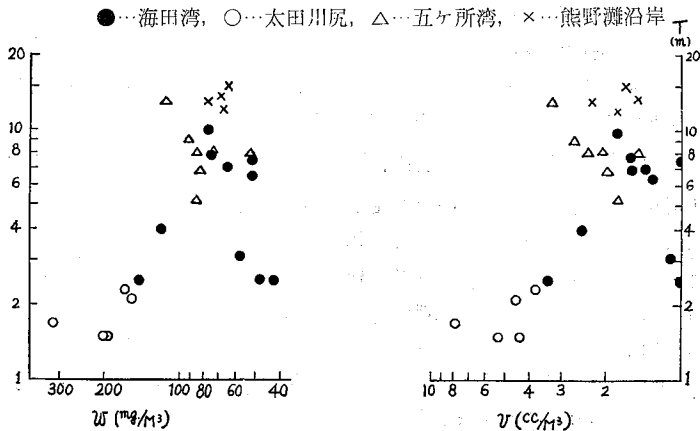


図23. C $\alpha \dots 2.0 \sim 2.9$ 区分における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V), 乾物量(W)との関係



る。逆にこの値の小さいことは砂などの如く含水率が小さく膨化の程度は小さいことを示すものと一応考えられるであろう。

(以下比(α)を膨化率と仮称する。)

Zooplankton 90% 程度を含むといわれている資料について、膨化率(α)を求めると、 $260\text{m}\ell/29.5\text{g}=8.81$, $250\text{m}\ell/20.4\text{g}=12.25$, $393\text{m}\ell/38.9\text{g}=10.10$; 平均 10.39 となる。

記載によれば、本資料は海洋性 Zooplankton で、その中の Detritus は1%以下であるといわれている。著者等がかなりの Detritus を含む Copepodasp.

の資料(カキ養殖場で採集)について求めた結果は平均 16.77 ($17.5, 17.4, 15.0, 18.2, 15.8, 16.7$)となった。一方 *Noctiluca miliaia* の大発生時に得た資料についてもとめた平均値は大体 426 ($414, 414, 420, 455$)である。懸濁質の顕微鏡的組成と、膨化率 α との間に見られる関係が如何なるものであるかについては、今なお資料が少ないので一貫した法則性を得るまでには至っていないし、自然に見られる組成はむしろ極めて区々であることも予想されるので、あるいはこれら両者の関係を適確にすることは困難なことであるかも知れないが、上記

2, 3の例から予想されることは、一応この膨化率(α)の値の大小は懸濁質の組成に関するある意味をもつことが考えられると言うことである。

膨化率(α)をもとに、今まで調査した結果をとりまとめ図示したのが図23 (A~I)である。(A)区分は1.0以下(A); 1.0~1.9(B); 2.0~2.9(C); 3.0~3.9(D); 4.0~4.9(E); 5.0~5.9(F); 6.0~7.9(G); 8.0~9.9(H); 10.0以上(I)の如くした。なお各区分図において右側に透明度(T)と排水量 $V(\text{m}\ell/\text{M}^3)$ を左側に透明度(T)と乾物量 $W(\text{mg}/\text{M}^3)$ との関係を示した。

全般的傾向としては、 $V=A T^{-B}$ の関係が成立するように考えらるが、いずれの区分においても強い相関があるとは考えられない。ここにとりあげた資料はいずれも、同一方法で処理した結果得られたものであ

図23. D α ...3.0~3.9区分における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V), 乾物量(W)との関係

●...海田湾; ○...太田川尻; △...安芸灘

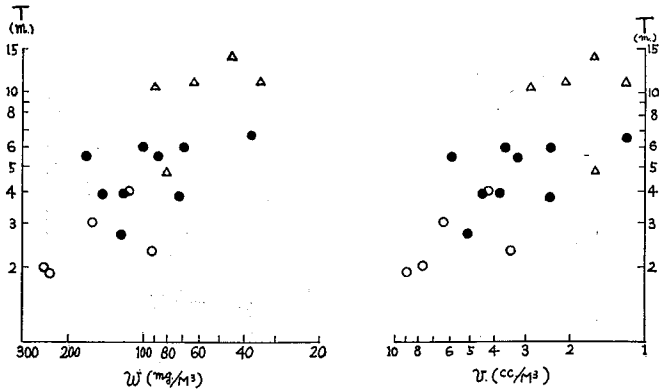


図23. E α ...4.0~4.9区分における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V), 乾物量(W)との関係

●...海田湾, ○...幸の浦, ×...その他, 点線は熊野灘

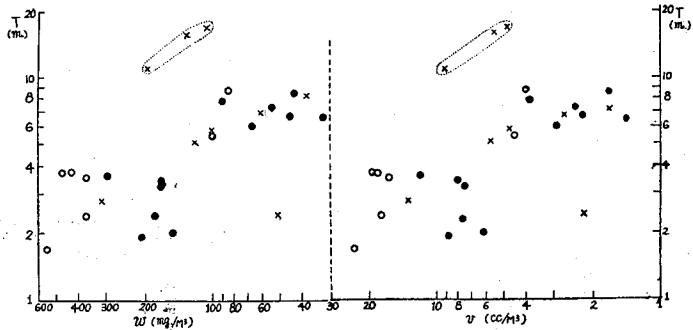
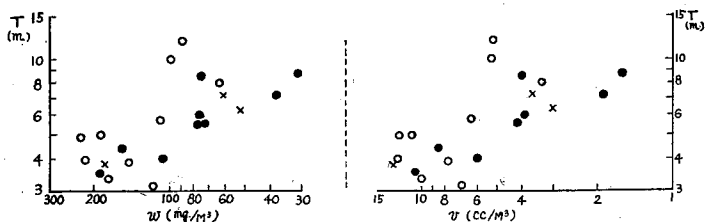


図23. F α ...5.0~5.9区分における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V), 乾物量(W)との関係

●...海田湾, ○...太田川尻, ×...その他



り、特に大型懸濁質の採集は透明度深より表面までを選んでいる。しかし、各図とも特に水域別、時期別にしたものではなく、すべて同一(α)区分に属するものを一括記載した。

各図から見ると、それらを全体として考えるよりは、一応水域別に整理した方が両者の関係があるようにも考えられる。いずれにしても本調査結果からは、透明度と大型懸濁質量(排水量、乾物量)との間の相関は傾向的にはあるにしても、明瞭ではない。

排水量と乾物量との比が具体的に何を意味するかは不明であり、この比によって区分することが適当であるか否かは今の所不問としても、丸茂の場合よりは若干整理されたものと考えられるが、それでもなお、透明度を知って大型懸濁質量を求める(概略にでも)ことはできなかった。

このことは花岡²⁰⁾あるいは丸茂⁵⁶⁾なども指摘するように沿岸・内湾において、透明度を左右するものは、普通の場合いわゆる Net plankton ではなく、それ以下の微細懸濁物であるとの考えを強くさせるものである。

第2項 透明度と小型懸濁質との関係

前項においては透明度を左右するものは、沿岸・内湾では100 μ 以上の大型懸濁質ではないように考えられることを述べた。本項では100 μ より0.4 μ までのいわゆる小型懸濁質と透明度の関係を見た。この際使用した小型懸濁質は透明度までの深さを5等分し、それぞれの層より北原式中層採水器で採水し、その内より大型懸濁質を除去した400mlの海水を、同一のポリエチレン瓶に入れ、各層合計2 l となし、それを可及的速やかに“Membrane filter”で吸引濾過し105°Cで恒量としたものである。

図23. G α …6.0~6.9区分(\times), 7.0~7.9(\circ , \bullet)における透明度深(T)と大型懸濁質の乾物量(W), 排水量(V)との関係
 \bullet …海田湾

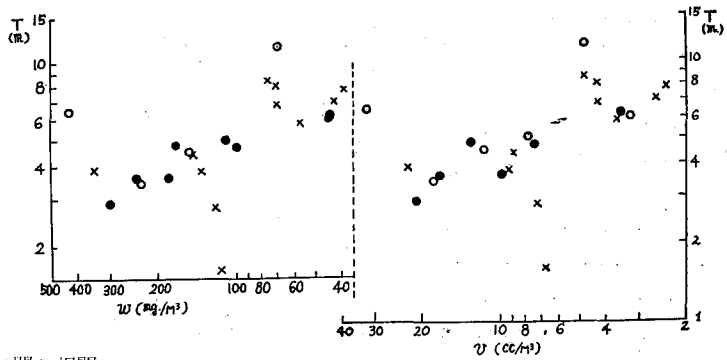


図23. H α …8.0~8.9区分(\bullet)および9.0~9.9区分(\circ)における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V), 乾物量(W)との関係

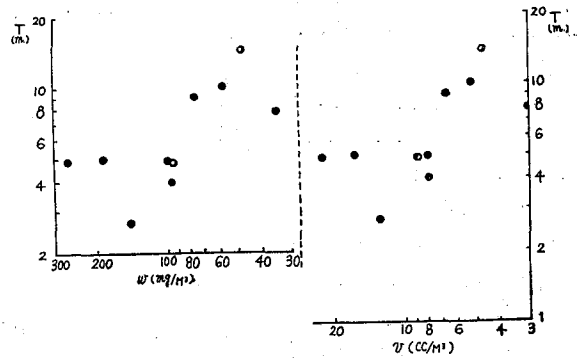
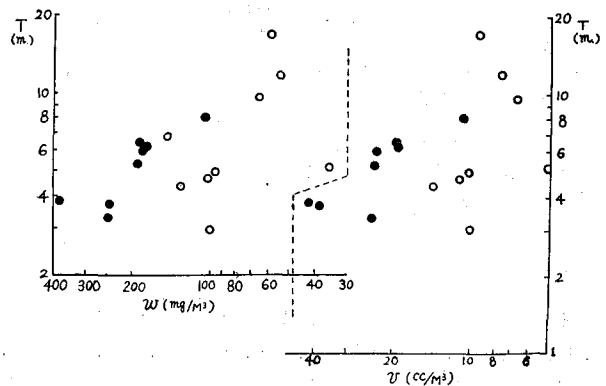


図23. I $\alpha > 10.0$ における透明度深(T)と大型懸濁質の排水量(V), 乾物量(W)との関係
 \circ …宮島瀬戸, \bullet …その他



得られた結果の一部は図24に示した。すでに述べた如く、著者等は実験的に各種小型懸濁物量と透明度⁴³⁾の関係は次式で示されることを確かめている。

$$T = \alpha C^{-\beta}$$

ここにCは懸濁質濃度、Tは透明度、 α 、 β は常数である。図24からは、上記関係は必ずしも充分には認められないが、傾向的には両者は双曲線的関係にあることは伺うことができる。猿猴川尻を含む海田湾での結果は、得られたものの中では最も高い相関を示しているが、五カ所湾（三重県）、小部湾（愛媛県）、安芸灘（瀬戸内海）などは余り高い相関をもっていない。猿猴川尻は河川の影響がかなり顕著であるため、そこに存在する懸濁質の組成にはある程度の偏りが存在していることが予想される。このような、ある原因が顕著に現われている水域（懸濁質の組成は比較的単純であることが考えられる）では懸濁質量と透

図24. A 安芸灘における透明度深(T)と小型懸濁質乾物量 S(mg/L) との関係

- (1) 1957年6月17日 CI (%) Range 18.19~18.41
- (2) 1957年8月23日 CI (%) Range 17.65~17.97
- (3) 1957年9月26日 CI (%) Range 16.41~17.86
- (4) 1957年11月20日 CI (%) Range 17.67~17.93

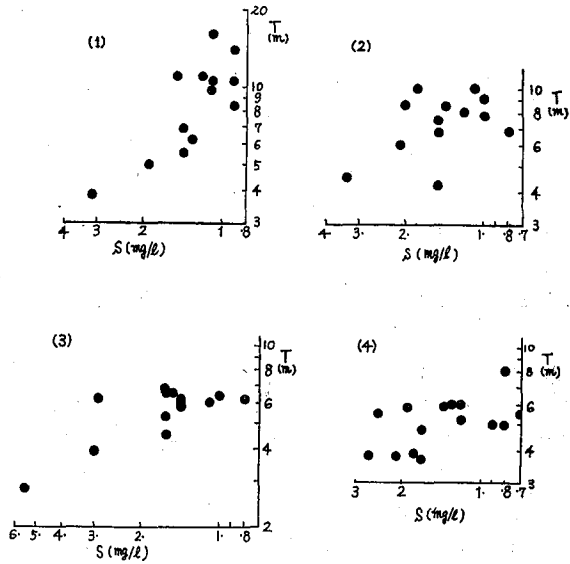


図24. B 各湾における透明度(T)と小型懸濁質乾物量(S)との関係

- (1) 猿猴川尻（海田湾） ● 1957年6月25日
○ 1957年9月18日
- (2) 五カ所湾 1957年10月16日
- (3) 熊野灘沿岸部 1957年10月13日
- (4) 小部湾（瀬戸内海） 1957年7月26日

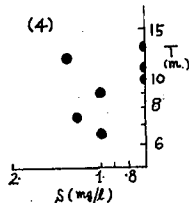
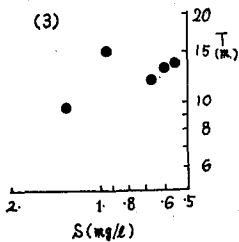
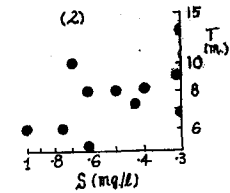
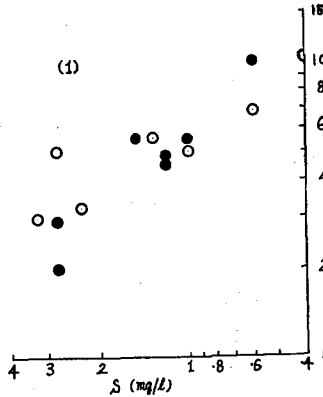


図24. C Plymouth Sound & Hamaoze における透明度深(T)と小型懸濁質乾物量(S)との関係(文献53による)

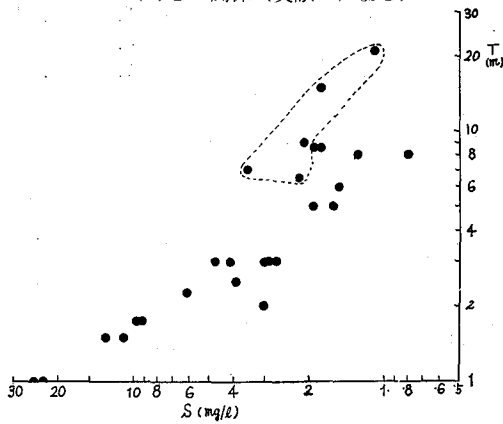
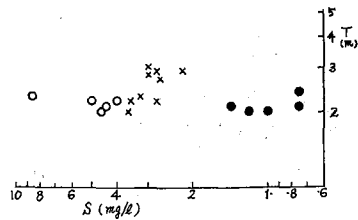


図24. D 同一透明度深(T)における小型懸濁質乾物量(S)の差異

- …英虞湾(1957年10月17日, Cl%範囲 17.28~17.47)
- ×…太田川尻(1957年9月12日, Cl%範囲 13.22~14.32)
- …児島湾口(1957年8月11日, Cl%範囲 14.84~17.51)



明度の関係はかなり顕著な相関をもつ。このことは D. JONES & M. S. WILLS が、Plymouth Sound および Hamaoze で行なった調査結果からも知ることができる。すなわち図24. Cにおいて点線内は Plymouth Sound の結果であるが、これを除いた Hamaoze の結果は双曲線の関係を良く示している。

図24. D に透明度は大体 2~3 m の場合の小型懸濁質量 (mg/l) の差異を 2, 3 の湾について示した。各湾ともかなりの変動は見られるが、それぞれの水域には特長が顕われている。すなわち 英虞湾の場合は 0.75~1.5mg/l であり、太田川尻(広島湾)では 2.2~3.6mg/l ; 児島湾口(岡山県)では 4.0mg/l < を示している。これらの差異が如何なる原因によるかは明らかではないが、その原因の一つとして各水域の懸濁質の質的差異があげられるであろう。すなわち英虞湾のそれは水中では懸濁質が膨化(?)しており、光学的にはかなり大きな影響を示すにもかかわらずその乾物量は比較的少ない。これに対し児島湾口の場合は無機懸濁物のように吸水量が小さく、Optical-density と乾物量との間に大差がないために乾物量が多くないと、英虞湾懸濁質ほどの光学的効果を示さないのではなかろうかと考えられる。太田川尻は両者の中間にあることはいまでもない。このほか、懸濁質の Size 組成の差異も考えられるわけであるが、これについては別項で述べようとする。

以上小型懸濁質と透明度との関係を述べたが、両者の関係は同一懸濁質より構成されていると考えられる場合には双曲線の関係が見られるが、一般に一つの湾全体をとると上記関係は傾向的には存在するとしても、余り顕著ではない。

いずれにしても透明度を知って直接そこにおける小型懸濁質量を精度よく推定することは今の所困難である。

第3項 消散係数による小型懸濁質乾物量の推定について

このことに関しての詳細はすでに報告した^{43) 51)}ので、得られた結果のみを記載する。すなわち海の場合、消散係数(μ ……メートル当り)と小型懸濁質乾物量(S mg/l)との間には次の関係式が成立する。

$$\mu = kS^{0.2}$$

但し k は懸濁質係数 “ a ” の函数で、 $k = 0.64a - 0.055$

以上の式から消散係数を知って小型懸濁質乾物量を求めることができる。(但し “ a ” は既知である必要がある)

なお濁度と小型懸濁質量との関係については多くの人が研究しているので著者等は特に深く立入ることをせず必要に応じ、他の研究者の結果を採用した。

第3節 貝類に対する栄養の面から見た各種懸濁質の意義

貝類が懸濁粒子を摂取するにあたっては、粒子の大きさ、ないしは粒子の種類についてある程度の選択性があることはすでに緒言でもふれたし、このことについての著者等の実験結果に関しては後述するつもりである。いずれにしても貝類が主として摂取している粒子は、従来考えられていたいわゆる Net-plankton よりも小さいものようである。このことは本章第1節に述べた浅海懸濁質の粒子組成の結果からも推定されるわけで、著者等の言う小型懸濁質の量が大型のそれに比して極めて多いと言うことも一つの裏付けの要素と考えられるであろう。

本節においては浅海懸濁質の構成内容を、Phyto-plankton とそれ以外のもの、あるいは無機、有機物の含有割合などで区分し、これらの結果から、各種懸濁質がもつ貝類の栄養に対する意義について若干考察した。

第1項 全懸濁質中に占める量的位置より見た Phytoplankton の餌料的意義について

水中の基礎的生産者（一次生産者）としての Phyto-plankton はかなり古くから注目され、これらについては各方面から、極めて多くの研究が行なわれて来た。しかし、Phyto-plankton が、海水中の全懸濁質に対して占める量的関係について研究したものは極めて少ないようであり、従ってこのような立場から Phyto-plankton が貝類餌料としてもつ意義について考察した報告はほとんど見られないようである。

著者等は浅海貝類養殖場を中心として、そこに存在する全懸濁質中に占める Phyto-plankton の量的位置を、それらの乾物量から考察し、（定量法は Appendix 参照）その結果から貝類の餌料としていかなる意義をもつものであるかを推論したわけで、化学的組成からそのものの餌料的価値を評価したものではない。

Pigments Analysis から Phyto-plankton 量を推定する方法については、Pigment Analysis についてももちろん、いわゆる Plankton-equivalent に関しても、なお多くの問題が存在している。従って今回求めた Phyto-plankton の推定量はかなり概略的なものである。しかし、Phyto-plankton は死後直ちに色素を消失するものではなく、ある程度の間は色素を保留しているもので、少なくとも今回得た推定量はこの面からは死骸をも含めているものと考えられ、生きた量以上を示しているものと思われる。

得られた結果の一部は表18に示した。

今海田湾および幸の浦の結果について若干考察して見よう。考察対象は Phyto-plankton 混在率（全懸濁質乾物量に対する Phyto-plankton 乾物量の百分率）が水域（L）、調査時点（W）、深さ（D）および懸濁質の大きさ（S）によっていかなる差異を示すかについてである。これらについての分析結果は図19に示した。

深さによる差異は余り大きいとはいえないが、懸濁質の大きさによる混在率はかなり顕著な差を示している。従って両者は区別して考えることが必要であろう。

水域による差、調査時期による差も有意である。図20に懸濁質の大小、および水域別の平均混在率を一括して表示した。これから両水域とも大型懸濁質の混在率は小型懸濁質のそれに比して大きな値を示す。水域別には海田湾の混在率は、大型・小型両懸濁質ともに幸の浦のそれよりも小さい。

一般に海田湾は幸の浦に比較すると、陸水の影響および底質の影響を受け易いと考えられている。この点を考慮して上記混在率の大小を見ると、大型・小型懸濁質ともに陸水・底質の影響を強く受ける所ほど混在率は小さい傾向が見られる。このことは笠岡湾についても適用できる。すなわち笠岡湾測点は水道に当たり、船舶の航行も繁く、その度に海底の泥土が攪拌されると同時に満干による潮流によっても海水は濁される。このような水域での混在率は極めて小さい。

以上から全懸濁質と Phyto-plankton との量的関係は一義的なものでなく、かなり複雑な関係にあることが考えられる。しかし、このような事情にあるとしても、全懸濁質乾物量に対する Phyto-plankton の割合は極めて小さく、調査の範囲内では10%を越す場合は極めて稀である。調査の時期は冬期であり、必ずしも年間の事情を代表するものとは考えられないとしても、いずれもカキ身入り場の調査であり、この時期

表18 Chlorophyll a. b. c. の濃度・および、それより推定した Phyto-plankton 量

懸濁物種類		大型懸濁物 (>100 μ)							小型懸濁物 (100<math>\mu)					
水域	年月日	水深	乾物量	C. a	C. b	C. c	Phyto-Plankton (P.P.)	P. P/ T. S	乾物量	C. a	C. b	C. c	Phyto-plankton (P.P.)	P. P/ T. S
			T. S. mg/M ³	mg/M ³	mg/M ³	MSPU/M ³	mg/M ³	%	mg/M ³	mg/M ³	mg/M ³	MSPU/M ³	mg/M ³	%
金輪島定点	56. 12. 26	8.4	55	0.19	0.05	0.08	8.3	15.1	1300	1.15	0.70	0.95	63.6	4.9
	57. 1. 7		64	0.03	0.09	0.01	4.1	6.4	1350	0.85	0.50	0.50	46.4	3.4
			64	0.12	0.05	0.07	5.9	9.2	2300	1.55	2.80	1.10	149.6	6.5
			84	0.19	0.06	0.12	8.6	10.2	3700	1.95	0.60	1.45	87.7	2.4
	57. 1. 22		46	0.01 ₅	0.01	0.04	0.9	2.0	860	0.69	0.59	0.27	44.0	5.1
			36	0.04	0.02	0.02	2.1	5.8	750	1.08	0.64	1.99	59.2	7.9
			54	0.08	0.03	0.08	3.8	7.0	1200	1.10	0.58	1.18	57.8	4.8
	57. 1. 30		56	0.02	0.01	0.03	1.0	1.8	1280	0.51	0.26	—	26.5	2.1
			18	0.02	0.01	—	1.0	5.6	950	0.57	0.24	0.11	27.9	2.9
			16	0.03	0.01	—	1.4	8.8	1250	0.61	0.30	0.26	31.3	2.5
	57. 2. 8		62	0.03	0.02	0.06	1.7	2.7	2400	0.62	0.31	0.34	32.0	1.3
			44	0.05	0.02 ₅	0.06	2.7	6.1	940	0.54	0.35	0.18	30.6	3.3
		62	0.07	0.05	0.03	4.1	6.6	1120	0.69	0.54	0.46	42.3	3.8	
57. 3. 9		66	0.09	0.001	0.03	3.1	4.7	2100	1.18	0.35	2.76	52.6	2.5	
		80	0.06	0.003	0.07	2.1	2.6	1750	1.56	0.35	1.73	65.7	2.8	
		86	0.08	0.003	0.08	2.8	3.3	1500	2.04	0.79	5.41	97.4	6.5	
幸の浦定点	56. 12. 26		95	0.16	0.02	0.11	6.2	6.5	700	1.06	0.41	0.47	50.6	7.2
	57. 1. 7		112	0.19	0.06	0.13	8.6	7.7	1150	1.30	0.50	0.03	61.9	5.4
			96	0.18	0.06	0.06	8.3	8.6	950	1.20	0.50	0.10	58.5	6.2
			68	0.14	0.05	0.10	6.5	9.6	700	1.05	0.45	0.35	51.6	7.4
	57. 1. 23		44	0.06	0.03	0.03	3.1	7.0	1400	1.06	0.68	1.10	59.9	4.3
			36	0.06	0.02	0.03	2.8	7.8	1300	1.18	0.70	0.94	64.7	5.0
			38	0.05	0.02	0.01	2.4	6.3	1350	1.27	0.68	0.87	67.1	5.0
	57. 1. 31		30	0.04	0.01	0.02	1.7	5.7	1120	1.11	0.39	0.77	51.6	4.6
			46	0.04	0.01	0.02	1.7	3.7	1170	1.10	0.43	0.99	52.6	4.5
			38	0.04	0.01	0.002	1.7	4.5	1060	1.11	0.39	0.77	51.6	4.9
	57. 2. 11		48	0.03	0.02	0.08	1.7	3.5	1300	0.82	0.24	0.34	36.5	2.8
			54	0.04	0.03	0.05	2.4	4.4	850	0.76	0.69	0.71	49.9	5.9
		74	0.06	0.05	0.07	3.8	5.1	1120	0.90	0.73	0.67	56.1	5.0	
57. 3. 7		32	0.01	0.07	0.03	2.8	8.8	1250	1.38	0.85	4.05	76.7	6.1	
		20	0.04	0.05	0.25	3.1	15.5	1500	1.20	0.08	1.30	44.0	2.9	
		50	0.04	0.04	0.25	2.8	5.6	1130	1.20	0.08	1.30	44.0	3.9	
笠岡湾定点	57. 2. 22		367	0.33	0.17	0.27	17.2	4.7	2630	0.45	0.33	0.39	26.8	1.0
	"		—	—	—	—	—	—	3250	0.76	0.38	1.29	39.2	1.2
			—	—	—	—	—	—	1860	0.65	0.33	1.63	33.7	1.8
	57. 3. 12	0.2	111	0.09	0.02	0.16	3.78	3.4	8600	1.20	0.70	3.21	65.4	0.8
		1.0	80	0.14	0.02	0.09	5.50	6.9	11000	1.56	0.94	5.09	86.0	0.8
1.7		67	0.15	0.02	0.10	5.80	8.7	7600	0.50	0.33	1.12	28.6	0.4	

表19 Phytoplankton 混合率に関する分散

分析表 (前表による)

D…深さ, S…懸濁質の大いさ,
L…水域 (金輪・幸の浦),
W…調査時期

要因	S. S	D. F	M. S
D	25.243	2	12.6215
S	50.233	1	50.2330**
L	22.940	1	22.9400*
W	59.489	4	14.8720*
D×S	2.361	2	1.1805
D×L	12.680	2	6.3400
D×W	15.694	8	1.9617
S×L	0.400	1	0.4000
S×W	15.924	4	3.9810
L×W	18.417	4	4.6042
D×S×L	12.243	2	6.1215
D×S×W	31.629	8	3.9536
D×L×W	28.210	8	3.5262
S×W×L	50.232	4	12.5580
D×S×L×W	28.093	8	3.5116
計	373.788	59	

表20 懸濁質の型および水域別

Phytoplankton 混合率 (%)

水域	型	大型懸濁質	小型懸濁質	平均
金輪		5.52	3.85	4.69
幸の浦		6.92	4.93	5.92
平均		6.22	4.39	

がカキ身入り期にあっていることを考えると、Phyto-plankton の餌料価値は極めて低いことが予想され、特に絶対量の多い小型懸濁質において、Phyto-plankton 混在率の小さいことは益々餌料としての意義を低下せしめるように考えられる。

第2項 灼熱減量より見た小型懸濁質の餌料的意義について

前項においては、従来一部の人の常識とまでなっている、Phyto-plankton が貝類の主要餌料であると言うことに対する若干の検討を行なったわけである。懸濁質が貝類餌料として重要な役割を果たすか否かは、量的面的のみならず、その質にも大きな関係があることは論をまつまでもない。この点では前項の吟味は必ず

しも充分であるとはいえない。そこで本項では主として海中の小型懸濁質をばその含有される有機質量より考察した。

海水中の有機物を測定する方法はいろいろある。著者等も有機懸濁質の定量法についてはすでに報告した⁴⁷⁾し、この面からの貝類養殖場の構造については次章で考察するとし、本項ではいわゆる灼熱減量より推定した有機物量について若干検討した。

懸濁質の灼熱減量測定法としては“Membrane filter”で得られた懸濁質を Filter とともに白金坩堝あるいは磁製坩堝を用い電気炉中で 550°C 約 1 時間灼熱し、微量天秤で秤量し灼熱減量とした。使用した“Membrane filter”の灰分はほとんど無視できる。“Membrane filter”による懸濁質収集定量に際しては海水中の塩類を充分除去することが大切である。今回も蒸留水で充分よく洗浄した。なお懸濁質の灰分は吸湿性に富んでいるので秤量の際は充分注意した。

表21はかくして得られた結果である。また表22は各種 Plankton および懸濁質の灰分、有機物含量について、各文献より転載したものである。なお表21は表面より透明度までの 5 等分採水により得られた海水について行なったものであり、ある特定水層の値ではない場合が多い。

各調査は必ずしも同一時期ではないし、同一水域であっても各測点はそれぞれ特有の空間的位置を占めているので、詳細にわたり論議することは資料不足のため極めて困難であるので、主として各水域毎の平均値について比較検討することにした。

表21の範囲内で最も高灰分を示すのは笠岡湾で、57年2月21日の5測点平均値は87.43% (最小71.4%, 最大94.0%)、57年3月11, 12日の4測点平均値は70.8% (最小49.3%, 最大80.0%) を示している。両調査日間には約1カ月の隔りのあることが両平均値の差異を生じた原因であるのか、調査当時の天候、あるいは数日前の気象条件の差異によるのか、この一例のみでは明らかにすることはできないが、いずれにしても極めて灰分が多い。このことは、比較的水深が浅く、航行船舶による底質攪乱、満干による底土の攪拌など海底の直接的影響の結果が大きな原因をなしているものと考えられる。

表21 小型懸濁質の灰分・有機物含有率

水域	測点	乾物量 (T) mg/ M ³	灰分/ T %	有機物 /T %	備 考	水域	測点	乾物量 (T) mg/ M ³	灰分/ T %	有機物 /T %	備 考
笠 岡 湾	1	5400	88.9	11.1	上層0.2m } 満潮後 中層1.0m } 3時間 下層1.5m } 0m↔透明度 } 0m↔透明度 } 干潮 0m↔透明度 } 時 0m↔透明度 }	児 島 湾 口	(4)	3200	82.5	17.5	0m~ 透明度
		5200	81.0	19.0			5	7500	46.7	53.3	
		4500	91.1	8.9			(5)	7500	53.3	46.7	
		3800	93.7	6.3			6	8800	59.1	40.9	
		5900	71.4	28.6			12	6660	55.0	45.0	
	2	3700	91.9	8.1	(12)		10000	25.0	75.0		
	3	平均値	87.43	12.57	13		5500	81.8	18.2		
	4	8600	80.0	20.0	14		7430	57.7	42.3		
	5	11000	76.9	23.1	16		4600	69.6	30.4		
	6	7600	49.3	50.7	18		4400	59.1	40.9		
	7	6100	74.4	25.6	19		4000	68.7	31.3		
	8	5600	69.3	30.7	20		5000	73.3	26.7		
	9	3500	74.9	25.1	22		8600	69.8	30.2		
	10	平均値	70.80	29.20	25		2180	75.0	25.0		
11	平均値	61.71	38.29								
猿 猴 川 尻	1	9800	88.1	11.9	0m~ 透明度 } 落潮時 } 0m~ 透明度 } 時 } 0m~ 透明度 }	安 芸 灘	1	3100	62.0	38.0	0m~ 透明度
	2	2900	65.2	34.8			2	1900	60.0	40.0	
	3	1250	40.0	60.0			3	1400	63.6	36.4	
	4	2800	49.3	50.7			4	900	57.1	42.9	
	5	2800	64.7	35.3			5	1100	60.0	40.0	
	6	1200	83.3	16.7			6	1100	80.0	20.0	
	7	1500	40.0	60.0			7	900	50.0	50.0	
	8	600	83.3	16.7			8	900	62.5	37.5	
	9	1000	70.0	30.0			9	1250	70.0	30.0	
	10	平均値	64.88	35.12			10	1100	30.0	70.0	
太 田 川 尻	1	1400	50.0	50.0	0m~ 透明度 } 落潮時 } 0m~ 透明度 } 漲潮時 } 0m~ 透明度 }	安 芸 灘	11	1100	44.4	55.6	底層
	2	1100	37.5	62.5			平均値	58.15	41.85		
	3	1000	37.5	62.5			1	4500	75.0	25.0	
	4	900	42.9	57.1			2	3000	66.7	33.3	
	1	平均値	41.97	58.03			3	4800	69.0	31.0	
	2	1600	69.2	30.8			4	4400	71.4	28.6	
	3	1550	23.3	76.7			5	1900	93.3	6.7	
	4	1500	66.7	33.3			6	3700	76.9	23.1	
1	1100	37.5	62.5	7	1300	87.5	12.5				
2	平均値	49.17	50.83	8	1600	77.3	22.7				
3	40000	72.5	27.5	9	1400	54.6	45.4				
3	5000	70.0	30.0	10	1800	42.9	57.1				
(3)	8000	56.3	43.7	11	2000	43.7	56.3				
4	6000	38.9	61.1	平均値	68.94	31.06					

海田湾中猿猴川尻および児島湾口は大体類似の値を示し、灰分含有率で前者は約64.9% (最小40.0%, 最大88.1%) 後者では61.7% (最小25.0%, 最大82.5%) を示している。両者ともに河口域である。一方同様河口域でありながら、太田川尻の調査結果は、落潮時、漲潮時ともに灰分は少なく、落潮時の4測点平均値は約42.0%, 漲潮時のそれは約49.0%である。これら河口域における差異が如何なる原因によるかは、単なる数項目の調査によって把握することは困難であろうが、今若干の予想をあげると、猿猴川尻、児島湾口はいずれも2次内湾的立地条件にあり、陸水系懸濁質(粘土がかなり多いようである)がいまだ沈降せず、浮游している水域であるに對し、太田川尻は比較的沖合に測定点がある関係と、この川尻は直接広島湾に面しており、比較的1次湾の性格の水塊に接触しており、これら測定点附近が懸濁質の沈降域にあつて^{*}いることによるものではないかと思われる。また太田川自体が調査時は改修工事のため流水量はほとんどないことも一原因であろう。

安芸灘の調査結果は、表面より透明度までは11測点平均値約58.0% (最小30.0%, 最大80.0%) で太田川尻をのぞく全調査水域中最低値を示している。一方同一水域においても、海底より5mまでの水層では平均値69.0% (最小42.9%, 最大87.5%) と高い値を示し、笠岡湾のそれと大体匹敵する。

若干の文献により Plankton 中の灰分を見ると (表22) 硅藻類では灰分約45.0%, *Tunicates*, *Pteropods* ではそれぞれ 64.7%, 82.6% とかなり高率の灰分であるに對し、一般的な Copepods は 15.0% である。*Tunicates*, *Pteropods* などを別とすれば Phyto-plankton は Zoo-plankton に比較して高灰分であると考えられる。極めて概括的に表中 Plankton の全平均値を求めると約 40.0% 前後となる。これらは大体著者等のいわゆる大型懸濁質に属するものであるから、仮りにこの値が Plankton 灰分を考察する上に大過ないものとしても、小型 Plankton に適用できるか否かは直ちに云々するわけには行かない懼れがある。しかし著者等の現状ではこれ以外の知識がないので、一応上述の値を使用する。

D. JONES & M. S. WILLS⁴⁹⁾ が Plymouth Sound および Hamaoze で得た懸濁質中の灰分は約31.0%, E₁ 測定点でのそれは 8.6% となっており、いずれも上述 Plankton 灰分 40.0% 前後よりは小さくなっている。著者等の測定値はすでに述べた如く、いずれも40.0%以上で、太田川尻を除けば、60.0%以上と考えら

表22 各種Plankton および懸濁質の灰分・有機物含量

試料	乾物百分率		文 献		
	灰分	有機物			
<i>Navicula pelliculosa</i>	36.0	64.0	E. M. Low ⁵⁷⁾		
<i>Nitzschia linearis</i>	52.6	47.4	"		
<i>Nitzschia clcsterium</i>	45.8	44.2	"		
Tunicates	64.7	35.3	G. A. RILEY & S. GORGY ⁵⁸⁾		
Pteropods	82.6	17.4	"		
Euphausids	13.1	86.9	"		
Sagittae	26.9	73.1	"		
Copepods	15.0	85.1	"		
Misc. Small Crustacea	23.1	76.9	"		
懸濁質 Plymouth Sound & Hamaoze	53. V. 6	36.7	63.3	D. JONES & M. S. WILLS ⁵³⁾ 0.3m "	
	"	26.6	73.4		
	"	35.9	64.1		0.3m "
	"	30.0	70.0		4.5m "
	"	28.5	71.5		3.0m "
	"	31.2 ₅	68.7 ₅		12.0m "
	E ₁	53. V. 11	8.6		91.4

* 協同研究者久岡実氏の太田川尻における底質研究 (未発表); 北森良之助氏の太田川尻における底棲生物の分布に関する研究 (未発表)。

れる。

以上の概略調査結果から次のようなことが推測される。すなわち、水深の浅い内湾では、底質の影響により、懸濁質の灰分は多く、二次湾の性格をもつ水域は比較的高灰分の懸濁質であるが、たとえ河口域であっても、一次湾の性格の水塊に接触するような水域では陸岸の影響は小範囲であり、比較的広い範囲にわたって懸濁質の灰分は比較的少ない。一般に沖合になるに従って灰分は少なくなる。また30~50m水深の所でも底層水中の懸濁質は極めて高灰分である。

一方底層あるいは内湾は一般に懸濁質量が多いので、例え灰分含有率が高くとも、有機質全量が必ずしも少ないとは言えないわけで、いわゆる有効餌料量（有機物量と考えてもよい）の問題は両者の積として求められる。ただここで注目すべきは、一次湾の性格をもつ水域での有機質含有率の高いことと、次章で見るようにこれら水域の懸濁質量は比較的多く、貝類の生産が一般に盛んであるということである。

第3項 粒度分布別有機物含量

前項ではいわゆる小型懸濁質中の有機物量を灼熱減量の面から検討し、その結果小型懸濁質中に含まれる有機物量は少ないが、他の大型懸濁質量に比して小型のそれは絶対量では優ることが予想されるので、貝類の餌料としての小型懸濁質は重要であることを述べた。

本項では更に懸濁質を各種大きさに区分し、いずれの区分に有機物が多いかを若干吟味した。このことは、貝類が粒子の大きさを撰択するという摂餌習性に対応して行なったものである。

一般に懸濁質中の有機質量の測定は、窒素あるいは炭素によって求められているが、これらの方法は、懸濁質濾過材および分析精度の点でかなりの試料を必要とする。従って今回の如き、粒度分布に関連した有機物含量を求めようとする場合などには余り好ましくないものとする。そこで著者等は、比較的少量の試料で求め得る有機物を測定することにした。

ただこの場合不都合なことは、測定された有機物から、もとの懸濁質中に含まれていた有機物を推定する方式のないことである。従って著者等は有機物含量が懸濁質の粒度分布と如何なる関係にあるかを相対的に求め考察するに止めたわけである。

各種形態の定量法は Appendix II の通りである。また、粒度分布は第2章第1節第2項の如く、各種 Filter を使用して濾過し、各濾液の濁度を求め、それより相対濃度を求めた。なお生海水は一応 Plankton-net XX-13で大型懸濁質を除去した。

表23は得られた結果である。表中の“無修正”とは、無機物定量の際、試水自体の有する濁度を考慮せず、光度計により測定された透過率から直ちに求めた値であり、試水自体の有する“濁り”が加わっているため、燐量は過大に評価されている。これに対し、“修正”とは試水自身のもつ“濁り”を燐検量線により、燐相当量に換算し、これを“無修正”値より減じた値である。燐測定時の発色量と試水の濁りとが直ちに同一基準で比較し得るか否かには若干問題があるようにも考えられるが、一応上記の如く処置した。

また、表23中の各測定値はすべて各濾液について求めたもので、例えば硝子 Filter No. 1 の値は、試水を同 Filter で濾過した海水についてのものである。従ってその中には平均直径 100 μ 以下の懸濁質が含まれている。

無機燐中“無修正”値は硝子 Filter No. 2（平均孔径60 μ ）以上の孔径 Filter で濾過した場合は殆んど同一であるが、それ以下の孔径 Filter の場合は小さな値を示す傾向が見られ、この傾向は濁度に見られるものとほぼ一致する。これに対し“修正値”は各 Filter ともに多少の差異はあるが大體一致した値であり、このことから無機燐は一応可溶性燐と考えて良いであろう。

全燐は当然のことながら Filter 孔径の小さいものほど値は小さくなっている。

有機燐はすでに述べた如く、（全燐）-（無機燐修正値）として求めたものであり、これもまた Filter 孔径

* 濁度測定には100mm Cell を使用し、波長は625m μ である。表中の濁度は次式により求めた。

$$\frac{2.3}{0.1} (\log I_0 - \log I) \text{ここに } I_0 \text{は蒸留水の透過率 (100), } I \text{は試水の透過率である。}$$

表23 懸濁質の粒子組成と磷形態

濁度は1m当り、測定波長625m μ 、磷の単位は $\mu\text{g-atom P}/\ell$

例1. 広島湾. $Cl=17.23\%$ 採水層5m

フィルター	種類	Plankton Net XX-13	硝子フィルター				Membrane Filter	東洋濾紙 No. 5A
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4		
			平均孔径 (μ)					
			約100	" 60	" 30	" 5	" 0.4	?
濁度		0.53	0.48	0.36	0.30	0.05	0.02	0.15
無機磷	無修正	0.36	0.36	0.37	0.31	0.28	0.25	0.29
	修正	0.20	0.23	0.29	0.26	0.29	0.24	0.28
全磷		0.82	0.75	0.72	0.61	0.50	0.47	0.63
有機磷		0.62	0.52	0.43	0.35	0.21	0.23	0.35
懸濁質磷		0.39	0.29	0.20	0.12	≈ 0	≈ 0	0.12

例2. 広島湾. $Cl=17.27\%$ 採水層2m

フィルター	種類	Plankton Net XX-13	硝子フィルター				Membrane Filter	東洋濾紙 No. 5A
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4		
			平均孔径 (μ)					
			約100	" 60	" 30	" 5	" 0.4	?
濁度		0.65	0.63	0.57	0.28	0.01	0.02	0.16
無機磷	無修正	0.55	0.52	0.52	0.48	0.33	0.33	0.42
	修正	0.33	0.32	0.33	0.34	0.33	0.33	0.34
全磷		0.97	0.93	0.85	0.79	0.64	0.66	0.78
有機磷		0.64	0.61	0.52	0.45	0.31	0.35	0.44
懸濁質磷		0.29	0.26	0.17	0.10	≈ 0	≈ 0	0.09

の小さいものほど得られた値は小さい。このことは有機磷が懸濁質の形で海水中に存在していることを示すものである。この事情をさらに明らかに示す方法として、懸濁質磷を求めた、すなわち、硝子 Filter No. 4 (Filter 平均孔径約5 μ)乃至は、Membrane filter (平均孔径 400m μ)で濾過した際の濾過濁度はいずれの場合も極めて小さく、懸濁質は殆んど無視できるものと考えられるので、これら濾液中に見られる有機磷はほとんど可溶性有機磷と考えられるであろう。そこでこれらの値を他の濾液から求めた有機磷測定値より引き去れば、そこには懸濁質に帰因する有機磷を求めることができるであろう。著者等は便宜上これを懸濁質磷とした。

なお、硝子 Filter No. 4 が極めて小さな値を示す理由は海水濾過中極めて早期に、いわゆる目が詰ることによるものと考えられ、この点は濾過速度の変化からも推定される。いわゆる、懸濁質磷と懸濁質の粒子別相対数並びにその容量との関係を表23から求めたのが表24である。

これは一例にすぎないが、相対粒子数の傾向は第2項の場合と同一である。相対容量は粒子径の小さくなるにつれて急速に減少する。相対懸濁質磷

表24 懸濁質の大きい別相対数、容積ならびに懸濁質磷

直径範囲 (μ)	粒子別濁度	相対粒子数 (N)	相対容量 (V)	相対懸濁質磷 (P)	P/V
112—100	0.05	1	1	1	1
100—60	0.11	4	1.77	0.9	0.5
60—30	0.06	6	0.47	0.8	1.7
30—5	0.25	180	0.83	1.2	1.4
5—0.4	0.03	980	0.013	≈ 0	—

* 第2章第1節第2項

(直径範囲 112~100 μ の懸濁質磷を1とした場合の各範囲の量)はこの場合粒径30~5 μ の範囲が最も多く、それ以下の粒径は零となる。これは前述の如く孔径5 μ の硝子 Filter は実際にはそれ以下(濁度からすれば1 μ 以下が予想される)の孔径として働くことを考えれば、30~5 μ の範囲は30~1 μ として考えた方がよいように思われる。相対容量と相対懸濁質磷との比を見ると100~60 μ の範囲の懸濁質が最も小さく、60~30 μ 、30~5 μ 範囲の各値は大きい。このことから粒子径60 μ を境に懸濁質の質が相違することが予想される。この例からすれば、大型の懸濁質は単位容積当りの有機磷は少なく、小型の懸濁質のそれは多い。いろいろの点で充分吟味検討する必要があるが、仮りに有機磷の多寡が、有機物のそれと比例するものとすれば、小型懸濁質の中でも30 μ ~1 μ の範囲は有機物にとみ、貝類の餌料として極めて重要な意義をもつものと考えられる。

次に若干の養殖場について、海水中の磷の存在形態について考察する。著者等の得た結果は一括して表25に示した。調査海域並びに測点についての詳細は別項^{*}で述べることにするが、海田湾は広島市東方に存在する湾で主として垂下式カキ養殖の盛んな場所であり、幸の浦は江田島の北側にあたり、カキの沖出し漁場であると同時に真珠の養殖場でもある。

以上の海域における採水は北原式中層採水器により、海面より透明度深までを5等分した各層で行ない、それぞれから400ml.を同一容器にとり、混合して全量を2 ℓ とし、その一部について分析を行なった。

無機磷酸塩においては、海田湾の7月16日(漲潮時)が最も少なく、7月17日(落潮時)の値が最も多い傾向にある。この傾向は陸水系の影響を受け易い浅海養殖場での一般的傾向に一致する。

可溶性有機磷について見ると、幸の浦での測定値が最も小さく、海田湾における漲潮・落潮時の間には、大差が見られず、この点無機磷の場合とはかなり相異なる。

表25 浅海養殖における磷の形態

海域	月日	無機磷 ($\mu\text{g-atom P/l}$)	可溶性磷 ($\mu\text{g-atom P/l}$)	懸濁質磷 ($\mu\text{g-atom P/l}$)	濁度 (m当り)	懸濁質乾物量 (mg/l)	塩素量 Cl=%	百分率				透明度 (m)	測点
								無機磷	全有機磷	可溶性磷	懸濁質磷		
海田湾	1956, VII, 16	0.14	1.26	0.26	0.68	3.0	12.29	8.43	91.56	75.90	15.66	3.4	st 1
		0.14	0.80	1.18	0.76	2.9	11.92	6.60	93.40	37.74	55.66	3.6	" 2
		0.16	0.20	0.80	0.60	2.6	13.57	13.79	86.21	17.24	68.97	4.8	" 3
		0.16	0.82	0.52	1.25	5.3	10.89	10.66	89.34	54.67	34.67	2.9	" 4
		0.20	0.80	0.92	0.79	3.0	12.29	10.42	89.58	41.66	47.92	3.6	" 5
		0.20	0.66	1.23	1.24	4.0	9.90	9.57	90.43	31.68	58.75	2.4	" 6
海田湾	1956, VII, 17	0.40	0.78	0.60	1.84	5.2	9.20	22.47	77.53	43.82	33.71	1.9	st 1
		0.19	0.94	0.11	1.09	3.8	10.54	15.32	84.68	75.81	8.87	2.7	" 2
		0.24	0.64	0.18	0.94	4.7	11.73	22.64	77.36	60.38	16.98	3.6	" 3
		0.48	0.40	0.84	1.84	6.3	8.66	27.91	72.09	23.25	48.84	2.0	" 4
		0.20	0.80	0.08	0.74	2.6	11.74	18.52	81.48	74.07	7.41	3.5	" 5
		0.34	0.50	0.22	1.07	3.0	10.46	32.07	67.93	47.17	20.76	2.7	" 6
幸の浦	1956, VII, 18	0.20	0.42	0.10	0.39	2.5	15.23	27.78	72.22	58.34	13.88	8.5	st 1
		0.20	0.44	0.10	0.35	1.5	15.43	27.03	72.97	59.46	13.51	9.7	" 2
		0.27	0.52	—	0.26	1.4	15.77	34.18	65.82	65.82	—	10.2	" 3
		0.30	0.30	0.10	0.33	1.3	15.74	42.86	57.14	42.86	14.28	10.0	" 4
		0.30	0.44	—	0.30	1.2	15.87	40.55	59.46	59.46	—	12.0	" 5
		0.30	0.48	0.24	0.39	1.6	15.53	29.41	70.59	47.06	23.53	11.9	" 6

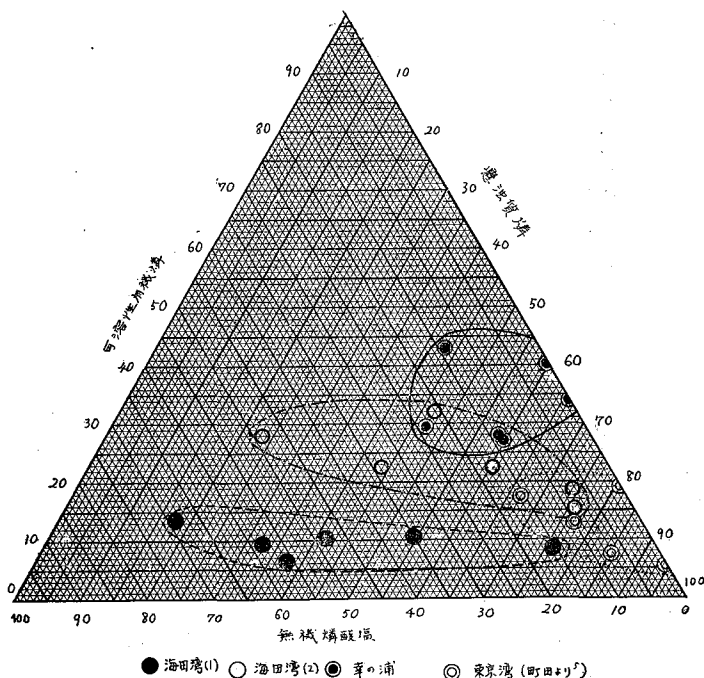
* 第2篇 カキ養殖場の所を参照

懸濁質磷では海田湾漲潮時、落潮時、幸の浦の順で小さな値を示す傾向が見られる。懸濁質磷と懸濁質乾物量との比を各海域毎の平均値と比較すると海田湾漲潮時（7月16日）は0.293で最大であり、次が幸の浦の0.084、最小値は海田湾落潮時（7月17日）0.070である。この点から海田湾落潮時の懸濁質は最も多くの無機粒子を含んでいるのではないかとの推測が成立する。海田湾漲潮時の値が幸の浦の値より大きいことがいかなる原因によるかは直ちに結論することはできない。

A. L. HANSEN & R. J. ROBINSON⁵⁹⁾ が Dabob Bay で行なった無機磷、有機磷の測定結果によれば、前者は水深とともに増加の傾向があり、後者は必ずしもそのような関係は見られない。いずれにしても無機磷が常に多く表層の0.66 $\mu\text{g-atom P/l}$ を除く20~175mでは2.00 $\mu\text{g-atom P/l}$ 以上であるに対し、有機磷は0~175mの間で0.36~0.59 $\mu\text{g atom P/l}$ となっている。水深から見ても、Dabob Bay は著者等の観測した水域に比較して外洋性であることが考えられる。他の条件が今の所全く不明であるので、充分な比較は困難であるにしても、有機磷の割合の大きいことは沿岸水域の特長であることが予想される。

無機磷、可溶性有機磷、懸濁質磷3者の間には、生成、消費の関係が、直接あるいは間接的に存在することが考えられるし、これらの中に存在する諸関係を動的な立場において考察することが、水域の生産を考える上に重要な事柄ではあるが、今は触れず、ただ3者の関係を静的に見たのが図25であり、比較のために町田⁶⁰⁾が東京湾で得た結果も引用した。それぞれの海域あるいは潮時により、3者の比率はかなり特長のあることが認められ、その大きな要因は無機磷の相対的多寡によるように考えられ、3者の混在率により海域の特性はある程度分離することが可能のように考えられる。

図25 無機磷塩・可溶性有機磷および懸濁質磷の関係



第3章 浅海内湾における懸濁質の実態に関する研究

本章においては、貝類餌料として極めて重要な意義をもつと考えられる懸濁質が、現実の浅海内湾においていかなる実態にあるかを広島湾の一部である海田湾を中心に若干考慮した。前章が懸濁質の貝類餌料としての評価に関する研究であったに対し、本章はいわば、貝類漁場に関連する面の基礎的研究というべきもので、懸濁質の時空的分布、あるいは水域区分要因としての懸濁質の意義について、他の海況要因との関連のもとに考究した。

すなわち、まず第1に、極めて短時間から周年に及ぶ、いわゆる、懸濁質の時間的変化について述べ、2番目には、水域区分指標として従来より使用されて来た塩素量(CI%)による区分と、懸濁質の空間分布より推定される水域区分との対比を行ない、塩素量のみによっては明らかにし得なかった諸点についても比較の明瞭に区分し得ることを述べた。

著者等は前章と本章とから得られた結果から、主として塩分濃度、水温を中心とする従来の貝類漁場の良否判定法とは異なった、いわゆる餌料環境の面を主にした適地規準をある程度用意し得たのではないかと考える。これら規準の現地適用については第2編で詳述する。

第1節 浅海内湾における懸濁質の時間的变化

懸濁質の調査法に関連しての短時間内変化についてはすでに第1章で若干考察したわけであるが、本節においては、浅海内湾における懸濁質の質・量の時間的变化について、やや詳細に考察した。

一般に浅海内湾水域では陸岸あるいは海底の影響が直接的であると同時に、潮汐の影響もあって極めて変化に富むといわれている。このような水域での懸濁質の短時間内変化の概略を承知しておくことは、各種調査の諸結果を考察する上で大切なことであると同時に、懸濁質の分布状態を推察する上でも極めて重要なことであろう。

また、懸濁質の質・量の年間変化などは単に水塊変化という点からのみならず、Suspension feederの生産にとっては、いわゆる餌料環境の年間変化という面でこれまた極めて大きな意義をもつものと考えられる。各種要因の変化は、その場所の地形その他によってかなり相異なるものであるから、主として海田湾より得られた本節の結果を他の水域に適用する場合には、充分の注意を払うべきものとする。

第1項 懸濁質の短時間内変化について

(i) まず大型懸濁質の変化を中心に述べる。調査水域は海田湾金輪定点である。調査方法は、錨止めた船上より1.5吋ホースを所定の深さに、吸口を上向けにして垂下し、ヒューガルポンプで採水(揚水速度10ℓ/20秒)し、用意した数個の小型ネット(ネット地XX-13)をもってそれぞれ1分間ずつ濾過し連続的に約1~2時間調査した。得られた大型懸濁質はすでに報告した装置・方法により排水量および乾物量を測定した。海水中の大型懸濁質の少ない時には濾過時間を3分に延長した。なお、調査精度の向上のための階層分けの規準並びに大型懸濁質の分布規定要因の探索とを兼ねて、塩分・水温・各種光学的測定などを実施した。

得られた結果は図26より図28に示した通りである。3者に共通な事項は極めて短時間内での測定間隔であっても、量的変化はかなり大きいと言うことである。また、量的不均一さの中にもある程度の時間間隔で考察すれば、そこには密度周期が認められる。すなわち、大型懸濁質の分布は、密度差のある水塊群の存在と、その群内部における不均一分布の存在する型で、量的推定にはある程度の時間あるいはある程度の水域から採水することの必要性が今回の結果からも推測される。

図26の場合は、密度変化の大小により、一応6時区(A, B, ... F時区)に分けることが出来る。各時区の平均密度は図26の如くで、密度差の小さい安定時区(B, D, F)の平均値間にはかなりの類似性が見られるが、不安定時区(A, C, E)の平均値間には差が見られる。

今これら6時区をそれぞれ一つの大型懸濁質の集団と考えれば、これらの継続時間は大体5~6分の倍数と考えられるので、この時の流速が1m/1分であったことから、集団の大きさは大体5~6m位を単位として存在するものと考えられる。

図26 海田湾金輪水道における大型懸濁質の短時間変化(その一)

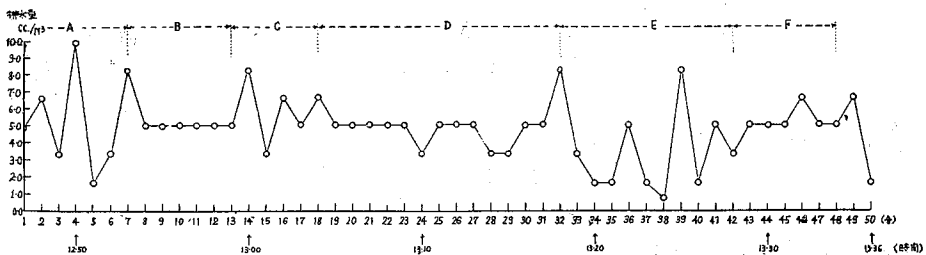


図27 浜田湾金輪水道における大型懸濁質の短時間変化 (その二) V.....排水量 (m³/m³), W.....乾物量 (mg/m³)

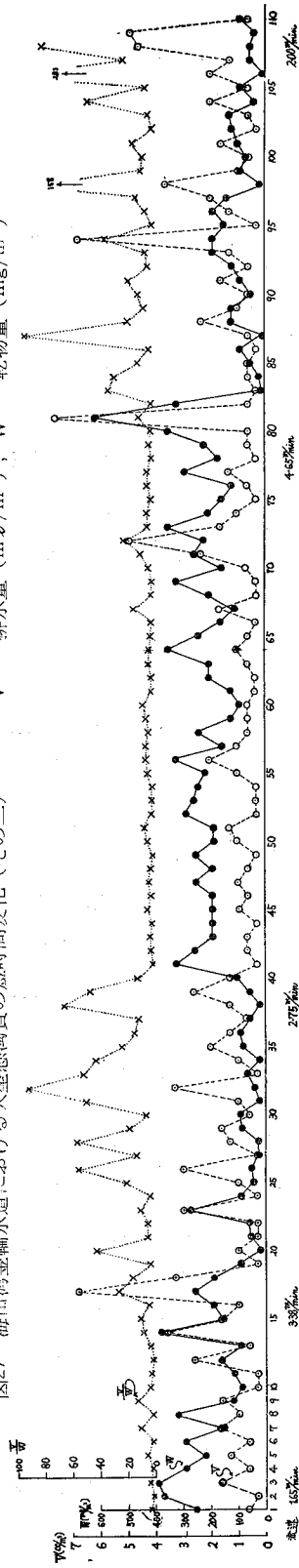


図27 大型懸濁質の分布と海況要因との関係

V.....懸濁質排水量 (m³/M³)
 W.....懸濁質乾物量 (mg/M³)
 R.....V/W, a.....懸濁質係数
 τ.....濁度, Cl.....塩素量 (%)

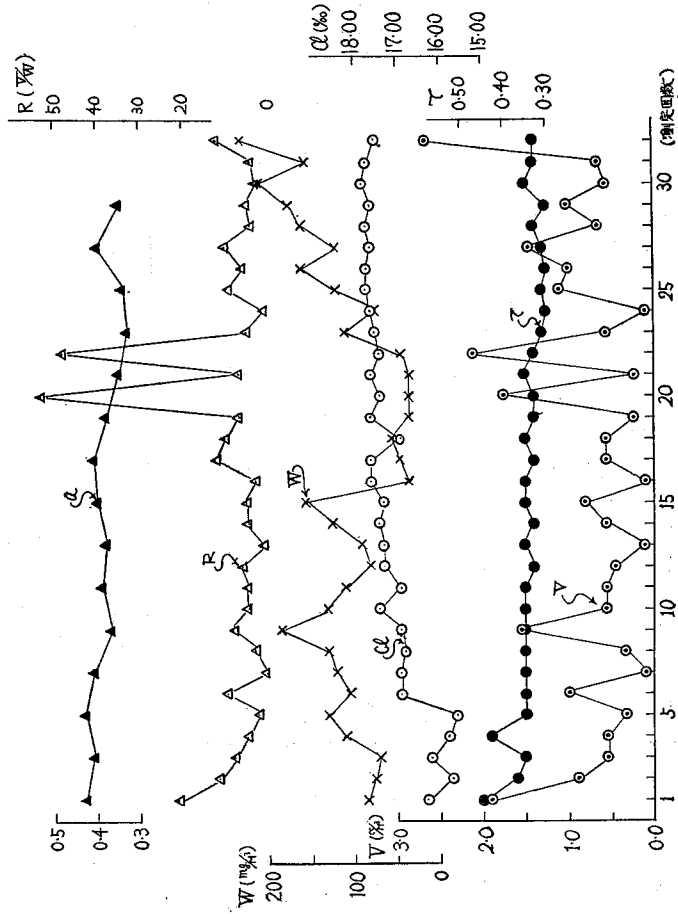


表26 大型懸濁質の群別密度
(排水量 $\text{m}\ell/\text{M}^3$)

群	経続時間 (分)	平均排水量 cc/M^3	分散
A	7	5.42	2.748
B	6	4.95	0
C	5	5.94	1.682
D	13	4.57	0.695
E	11	3.65 ₅	2.547
F	6	5.22 ₅	0.615

表27 大型懸濁質の群別密度
(乾物量 mg/M^3)

群	経続時間	平均乾物量	標準偏差
A	18(分)	229.3 mg/M^3	93.5
B	21 "	64.5 "	54.6
C	43 "	226.9 "	93.1
D	9 "	63.8 "	44.6
E	6 "	163.3 "	29.2
F	13 "	70.2 "	37.0

図27に示した場合は前回程の顕著な密度変化の周期性は見られないが、乾物量(mg/M^3)では表27の如くに区分することができる。平均値にしても、標準偏差にしても、時区の切り方などによりかなり変化するが、一応この調査時においても大型懸濁質の分布は塊状であることが推定される。

第2例(図27)の結果から既述(p.48)の $\alpha = \text{Plankton 乾物量}(W)/\text{排水量}(V)$ を求め、それについて考察しても大略前述した乾物量の変化と類似であり、ある地点を通過する水塊中に存在する大型懸濁質の質的組成にもかなり大きな差異のあることが推定され、大型懸濁質の分布が、このような質的側面からも塊状分布をしていることが考えられる。

大型懸濁質の変化に対応する要因調査の結果は一括して図28に示した。この場合の濾過時間は3分、調査は満潮前1時間半にわたって行った。

塩素量の推移を見ると、調査初期は降水系の影響が強いが(CI-16%前後)、その後徐々に高くなり沖合水の影響の強くなることが明らかに認められる。この傾向と大型懸濁質の質量の変化傾向とは必ずしも一致しない。

海水中の濁度の経時変化は図に見られる如く、塩素量のそれとはかなり一致した傾向を示す(逆の相関である)。従って大型懸濁質の変化とは余り対応しない。

濁度は主として小型懸濁質に関係するものであることを考える時、大型懸濁質の変化の仕方と、濁度のそれとが独立であることは、大小両型懸濁質の変化が、一応別のものであることを示すものであって、水中懸濁質の成因消滅などを考える際に重要な意義をもつものと考えられる。

懸濁係数の変化を見ると徐々に小さな値を示し、傾向的には沖合性を強め、塩素量、濁度の変化には対応するが、大型懸濁質の変化と良く対応するものとは考えられない。

いずれにしても、以上3つの要因からは、大型懸濁質の分布事情を推定することはやや困難なことに考えられる。

ii) 次に小型懸濁質の時間的変化について若干検討した。小型懸濁質の分布が大型懸濁質のそれに比較してやや均一分布であることは、すでに述べた所である(P.28)し、図28からも同様のことは推定されるわけであるが、さらに小型懸濁質の時間的変化について Powder-Method⁴⁷⁾による小型有機懸濁質量の面から考察した。採集にあたっては濾過器3個を同時にそれぞれ1m間隔で同一水深に懸吊し約1時間直接水中において吸引濾過した。調査場所は水産研究所前である。得られた結果は表28の如くである。

ここで問題にした事項は、各調査日の各潮時に行なった、それぞれ3個の濾過器間の差異(変動)が、それぞれの調査時によって変化を示すか否かである。それぞれの分散の一様性を BARTLETT の検定^{***}によって吟味すると、 $P_r \{x^2 > 5.86\} < 0.25$ d. f. = 4 となり、必ずしもこれら分散間には有意の差があるとはいえ

*常に調査中の水深は海底より1mはなした。

**平均値と標本標準偏差との間に直線的傾向が見られるので一応対数変換をしたものについて同様の検定を行なった結果は、 $P_r \{x^2 > 3.93\} < 0.50$ d. f. = 4 となる。

ない。すなわち各日の各潮時では、あるいは平均小型有機懸濁質量間には差があるかも知れないが、それぞれの調査時に使用した3個の濾過器、換言すれば、約1m程度の間隔を置いて、同時に約1時間濾過した結果の差異は特に干潮だからと言って特別なものであるとはいえない。このことから短時間内の変化は極めて大きくとも、ある程度の時間で平均すれば、かなりの範囲にわたって均一であるともいえるのではなからうか。

次に問題となるのは、浅海における小型有機懸濁質の日々の変化についてである。表28について、このことを吟味した。すなわち小型有機懸濁質密度の同潮時1時間程度の平均値で示される浅海の小範囲内の変化と連続した数日間の調査結果では如何なる関係がみられるかと言うことである。今回行った調査範囲では日々の平均値間には有意差は認められない(表29)。このたびの測定精度(分散の成分0.0076)では連続した数日間の満潮時(分散の成分0.0079)は大体同程度の密度であって、日々の変化は大きなものではないことが予想される。以上は比較的静穏な晴天続きの場合であるが、小型有機懸濁質の分布が降雨により如何なる影響を受けるかを次に考えて見た。この問題は実際面での採苗、種付け期の“よごれ”などに関連してかなり重要なことであるにもかかわらず、余り多くは研究されていないようである。

表30に示した結果は、広島湾における晴天時と降雨時のものである。なおこの場合の調査方法は船上よりポンプ採水によって Plankton-net XX-13 を通しながら、所定の水層より海水を汲み上げ、10ℓ 容量に連続2～3本とる。これらを船上で吸引濾過(東洋濾紙No. 5 A 使用)したものについて Micro-Kjeldahl 法により全窒素を測定した。

天候の差のみに注意し、測点はこみにした。各連続測定値間(瓶間)の範囲をもとめ、更に採水層毎の範囲の平均を求めた。傾向的には範囲平均値では、静穏時で約10、降雨時表層で約67、底層で約37となり、いずれにしても降雨時の変化は大きいと考えるべきであろう。またその密度は降雨時の表層が最も大きく(透明度1.0～1.2m)、底層は静穏時と大差ないようである。従ってこのような水域での降雨の影響は底層までにはなかなか及ばないことが考えられるので、底層における範囲平均の大きいことは底層自体の一特長と考えるべきものと思う。

以上のことから降雨の影響は比較的表層にかぎられ、その間では、分布はより不均一な方向に助長される。

iii) 小型有機懸濁質の粒子径に見られる短時間変化についての一例を表31、32に示した。

* 調査項目は懸濁質係数であるが、本係数と粒子径との関係は参考文献51に報告した。

表28 小型有機懸濁質の測定結果 (mg/ℓ)

日	1955年8月19日		" 8月22日		" 8月23日		
	満潮	干潮	満潮	干潮	満潮	干潮	
濾過器	No. 1	1.34	3.46	2.40	—	1.95	1.79
	No. 2	1.03	4.55	2.27	—	1.49	1.83
	No. 3	1.45	4.27	1.49	—	1.57	1.68
平均値	1.27	4.09	2.05	—	1.67	1.77	

表29 前表における3日間の満潮時に関する分散分析表 (対数変換後の結果)

要因	SS	d. f	V
級間	0.06227	2	0.031136
級内	0.04540	6	0.007566
全体	0.10767	8	

F₀ = 4.09

表30 小型有機懸濁質 (mg/10ℓ) の天候別密度

天候	静 穏				降 雨						
	表 層		底 層		表 層		底 層				
採水層	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	
瓶番号	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	
測 点	I	44	41	—	—	—	—	28	14	30	71
	II	—	—	—	—	102	101	35	57	114	36
	III	53	40	—	—	96	228	41	34	33	25
	IV	—	—	—	—	141	226	22	29	36	44
	V	36	36	—	—	159	109	31	6	32	29
	VI	51	56	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	37	56	—	—	—	—	—	—	—	—
	VIII	61	57	—	—	—	—	—	—	—	—
	IX	68	79	60	50	—	—	—	—	—	—

表31は浅所(2~3m)の例であり、表32はより深い約20m程度の水域での例である。

浅所での結果中第1日目では透明度は約50%の変化をし、懸濁質係数は約2倍に増大している。これは、

主として落潮による底土攪拌が大きな原因をなしているものと考え(測定終期は最干潮時に相当する、天候は静穏であった)。第2日・第3日の測定はいずれも満潮時に行なった。ただ第2日はかなり強い風が吹いていた(風力4)。そのためか第3日の静穏時に比較して透明度あるいは懸濁質係数は安定している。この点高密度になることは前記降雨の場合と同様であるが、分布の上では若干異なるように考えられる。

やや深所での調査結果(海田湾金輪定点落潮時)を見ると調査前半の懸濁質係数はほとんど一定値を示しているが、最終値は顕著に小さい。透明度深は大差ないが、同時に測定した塩素量からは後半になって陸水の影響が強くなったことが伺われる。ただ一般的には懸濁質係数値は沖合水ほど小さくなるが、この場合には全く逆の関係が見られる。これらの原因などは今後の問題である。

以上の如く懸濁質係数による懸濁粒子径の浅海(2~20m深について吟味した)における短時間内変化を見た結果では内湾に関するかぎり、潮時は常に考慮しなければならないし、特に浅所の場合は例えそれが満潮時であったとしても、天候状態は充分注意しなければならないことを明らかにした。

第2項 懸濁質の日変化について

前項においては懸濁質の質量変化は極めて短時間内では顕著であるが、潮時あるいはその時の天候に注意し、ある程度の時間内で考慮すれば比較的安定した結果を得ることの可能性を述べた。

本項においては主として濁度によって表現される懸濁質の日変化を考察した。

J. JOSEPH⁶¹⁾は濁度と懸濁質乾物量との間に直線的関係のあることを報告しているが、これは懸濁質の質が均一の時に成立することで、一般には $\tau = \gamma S$ (但し、 τ は濁度、 S は乾物量、 γ は粒子径に關係する常数) で両者の関係は必ずしも単純なものではない⁵¹⁾。しかし濁度はそれ自体ある程度の水域特性値としての価値をもつものであり、従来水塊分離などに利用されて来た。

ここでは、広島市草津地先カキ養殖場での干潮(7時45分)より満潮(13時20分)にかけての調査結果を示した(図29)。測点での水深は干潮時で約7m、潮高差約3mで流速は余り大きくない。

漲潮初期に見られる濁度の垂直分布は表層が小さく深度とともに大きくなるが、その後は底層部が相対的に小さくなり、形の上では上下層清中層濁の分布を示す。この型は大體満潮時まで維持される。ただ全体的には経時とともに絶対値は小さくなる傾向が見られる。

落潮時の資料としては不充分なものではあるが、大略次のようなことが予想される。すなわち、落潮初期においては、全層にわたって大體同一濁度であり、垂直混合の充分なことが伺われる。その後濁度の値は全

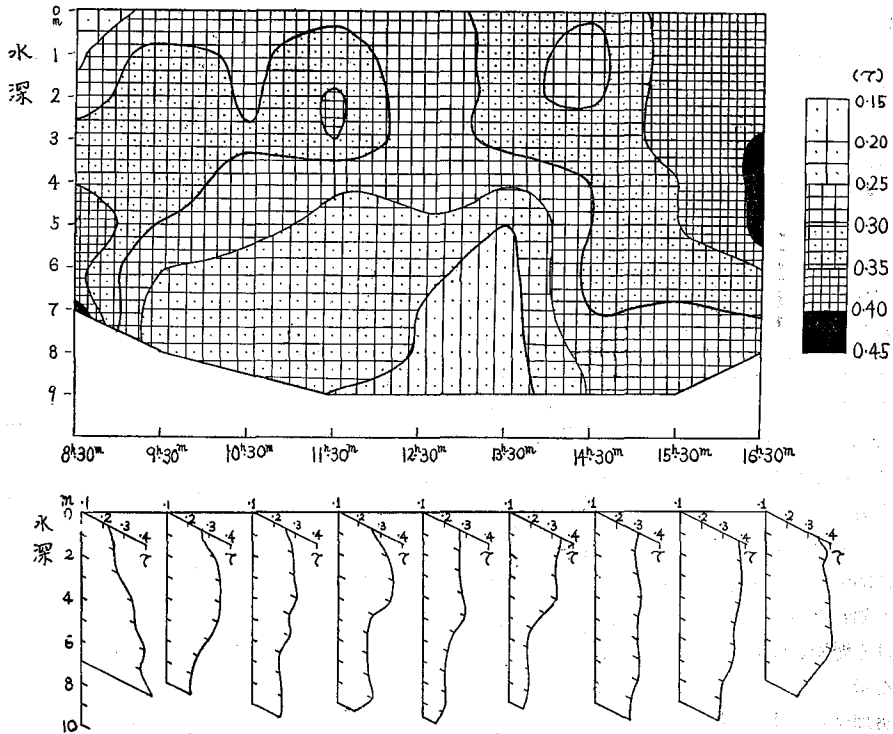
表31 浅所における懸濁質係数の変化の一例

月 日	1955. 8. 23				1955. 8. 22			1955. 8. 19	
	測定時間	10.40	10.42	10.45	10.46	10.15	10.25	10.37	14.40
透明度(m)	2.1	2.2	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7	1.9	1.2
I _T (%)	25.0	25.0	20.0	20.0	17.0	15.0	14.5	27.0	15.0
懸濁質係数	0.82	0.80	0.82	0.80	0.90	0.98	0.96	0.82	1.70

表32 稍々深所における懸濁質係数の変化の一例

場 所		金 輪 定 点			
月 日		1956. 3. 8			
時 間		12.10	12.50	13.37	14.10
透明度(m)		5.0	6.0	5.5	5.5
I _T (%)		21.5	16.7	18.7	27.0
懸濁質係数		0.50	0.50	0.52	0.40
塩素量(%)					
採 水 深 度	0m	12.56	12.00	12.72	12.18
	0.4	16.20	15.79	13.00	13.80
	1.0	17.26	16.93	17.31	16.39
	2.0	17.76	17.90	17.75	17.50
	5.0	18.26	18.22	18.21	18.16

図29 濁度の日変化



層とも大きくなるが垂直分布型は余り変化しない。落潮中期に中層が最大となり、型は漲潮初期のそれと類似となる。

⁶¹⁾ J. JOSEPH は濁度と流速との関係の深いことを報告しているが、著者等の場合はそれほど顕著な関係は見られなかった。

いずれにしても日変化には、その場でのある一定の規則性が認められ、この規則性が繰り返されるものとする。ただいかなる規則性が繰り返されるかは、それぞれの水域の立地条件などによって異なるであろう。また、荒天・降雨などにより一時的な型の乱れは予想されるし（若干は前項で触れた）、季節的な型の変化も考えられる。これらについては次に述べる。

第3項 懸濁質の周年変化について

現実にはいとなまれている貝類養殖の生産過程を考えれば、その餌料環境を構成すると考えられる懸濁質の質量に見られる周年変化を明らかにすることは極めて重要なことと思われる。

まず第1に懸濁質係数の年間変化について考察しよう。このことは貝類・粒子径による懸濁質の撰択能に対応すると同時に、水域特性指標の点からも重要なことである。

図30は図31に示した海田湾3定点（金輪・坂・海田定点）において、1955年4月より1957年2月までに調査して得た測定結果を定点別・潮時別に示したものである。1955年6月中旬の結果は降雨によるものであり、一応例外的数値と考えるべきものである。

年間変化の傾向は3定点ともに大体共通で、夏期最大で、冬期最小を示している。このことは2年間にわたり大差ないので海田湾における恒常的变化としてよいであろう。以上の変化は、表33に示した塩素量のそれと極めて概括的にはあるが大体逆の関係が見られる。すなわち、塩素量は夏期低く、冬期に高い傾向があり、両要因によってあらわされる沿岸性の強弱周期は一致している。

今1955年6月下旬の降雨直後の測定値を除き、同年5月より翌年2月までの約1年間の測定結果(表34, 35)について若干考察する。

夏を境に2分した前期、後期の差異は比較的大きく、数値分析の結果にも有意差が認められる。すなわち、測点、潮時をまとめた月別全平均懸濁質係数は前期が0.490、後期が0.447で前期が大きい。この傾向は、測点別にも、潮時別にもさらには測点別を月とも見られる。

測点における懸濁質係数の年間出現度数の型は、範囲の中とともに、その点における環境の安定度に関する重要な事項となるかも知れない。図32は3地点における懸濁質係数の出現度数の型を示したものである。これらを整理すると、次の2型になるのではないかと考えられる。I型は分散型で金輪定点満干潮時および海田：満潮時がこれに入る。これに対しII型は集中型で、海田：干潮時、坂：満干潮時が入る。これら頻度類型で各内湾の特性区分をするまでにはなっていないが、I型が水道部あるいは水の置換のよい所にあらわれ、II型は同一水塊の停滞する傾向の強い所に見られることは、カキ養殖などの関連からも極めて興味あることと思われる。

いずれにしても、懸濁質係数の年間変化の範囲はかなり大きい、季毎に見ると、その推移の傾向にはその内湾に一つの型が予想されると同時に季内部での変化は比較的小さいことが認められる。この点は内湾利用の

図30 海田湾3地点における懸濁質係数の年間変化

○ 満潮時 ● 干潮時
(A) 金輪定点 (B) 坂定点 (C) 海田定点

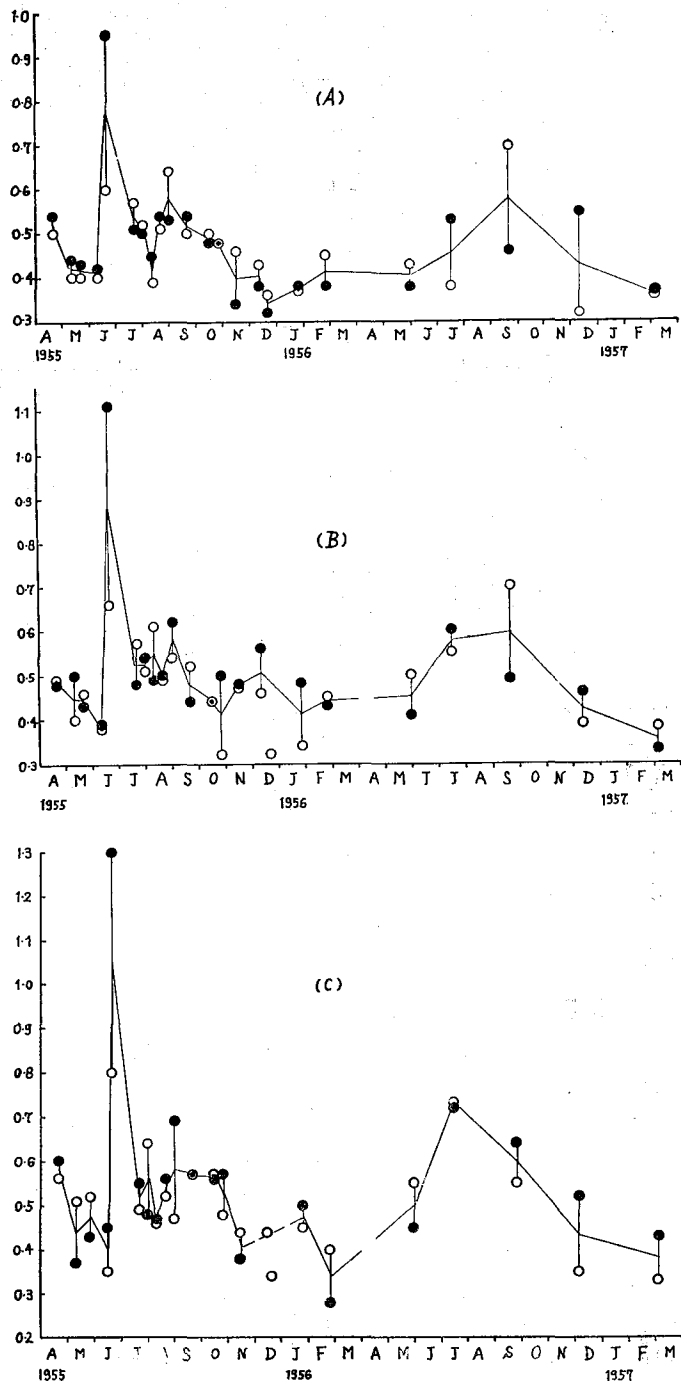
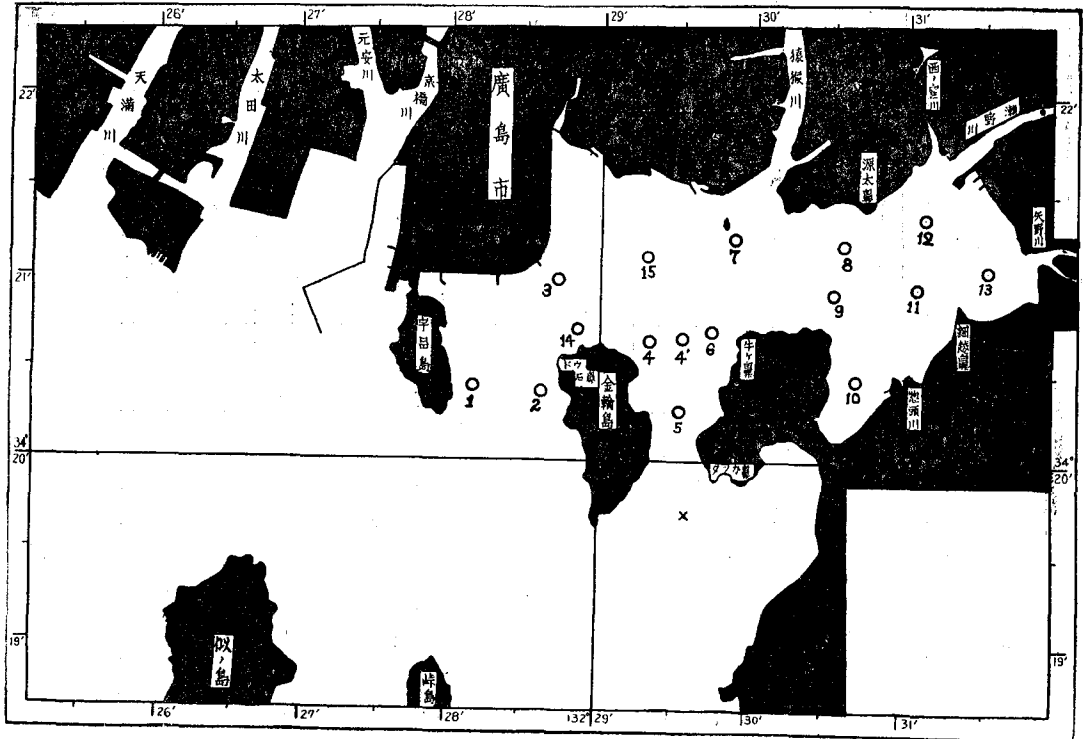


図31 海田湾測点図

st. 5...金輪定点 st. 10...坂定点 st. 13...海田定点



上で重要なことと考えられる。

3 定点における濁度の年間変化は潮時別にして図33に示した。一般的傾向としては、濁度の年間変化は春より徐々に増大し、夏に最大となり、秋にはだんだん減少し、冬に最小となる。

同様の結果は小型懸濁質乾物量の変化の内にも見られる。すなわち、図36において、定点、深度、潮時をこみに考えると、11月が最少 (0.97mg/ℓ) で、7月上旬の値が3.12mg/ℓで最高を示す。傾向としては定点毎にも潮時別深度別にしても時期的変化は類似で、これらの諸点は、濁度のそれとほぼ同様である。

表37、表38は、直接小型懸濁質乾物量の年間変化には関係ないが、表36にもとづき、調査日 (T)、潮時 (L)、定点 (R)、および深度 (D) についての分散分析表並びに各項目別平均値である。3 定点間の差異は比較的小さく、年間を通じての3層間の平均量では上・下層が大体同一で、中層がこれらに比してやや少ない。調査日 (これを時期的な代表値と考える) の差はかなり見られる。なお、時期的変化傾向については上記した。満干潮による差は顕著である。特に5月では干潮時の量は満潮のその約7倍にも達する。

最後に有機懸濁質の年間変化について考察する。

3 定点で得られた結果は、表39、40 に整理して一括した。適用した調査測定法は参考文献 No. 47 に示した、Powder-Method による現場濾過である。

各定点における水層別年間変化の傾向 (34, A. B. C) は、前記した各項目のそれと大差なく、大体夏期高密度で冬は低い。ただ湾奥の海田定点底層部の変化傾向は若干趣を異にし、夏期の高密度が顕著でない。この原因については不明である。

* この場合の濁度とは0, 0.5, 1, 2, 5, 10mの6層の加重平均値で、特定層のものではない。

** 約1時間の毛細管採水 (2ℓ) による海水を、船上にて Membrane filter を用いて吸引濾過し、105°Cで乾燥、秤量した。

表33 海田湾3定点における0m~10mまでの塩素量(%)および水温(°C)加重平均値

測点 項目	金輪			坂			定			海田			定					
	CI (%)			水温(°C)			CI (%)			水温(°C)			CI (%)			水温(°C)		
	満	干	平均	満	干	平均	満	干	平均	満	干	平均	満	干	平均	満	干	平均
755 4.21	16.64	17.17	16.91	13.1	13.6	13.4	17.08	17.15	17.12	13.4	14.1	13.7	16.55	16.08	16.32	14.0	14.3	14.15
	17.31	17.35	17.33	15.27	15.0	15.1	17.22	17.77	17.50	15.6	15.5	15.5	17.20	17.00	17.10	15.7	16.4	16.0
	17.30	17.01	17.16	17.3	17.3	17.3	17.42	17.30	17.36	17.7	18.1	17.9	17.09	16.87	16.98	18.9	19.3	19.1
6.13	17.61	17.46	17.54	19.1	19.7	19.4	17.48	17.50	17.49	19.9	19.7	19.8	16.60	17.33	16.97	21.1	21.1	21.1
	16.53	16.11	16.32	20.9	21.1	21.0	16.62	15.79	16.21	21.0	21.7	21.4	16.05	12.50	14.28	21.7	22.6	22.1
	16.13	16.38	16.26	22.4	23.1	22.6	16.38	16.28	16.33	23.2	24.2	23.7	16.17	16.92	16.54	24.0	25.2	24.6
7.27	16.25	16.28	16.27	24.7	23.9	24.3	16.01	15.83	15.92	24.8	24.8	24.8	15.64	15.49	15.57	25.6	25.9	25.8
	17.29	17.21	17.25	23.9	23.9	23.9	17.22	17.12	17.17	23.5	24.2	23.9	17.04	17.02	17.03	24.6	24.8	24.7
	17.31	17.27	17.29	25.1	24.9	25.0	17.29	17.22	17.26	24.9	24.7	24.8	17.21	17.13	17.17	26.2	26.4	26.3
9.1	17.02	16.91	16.97	25.0	25.1	25.1	17.20	16.96	17.08	24.4	25.0	24.7	17.41	17.39	17.41	24.2	24.8	24.5
	17.24	17.04	17.14	24.9	25.3	25.1	17.20	17.22	17.21	25.3	25.6	25.5	17.21	16.81	16.97	25.1	25.3	25.2
	17.18	17.28	17.23	22.1	22.1	22.1	17.42	17.20	17.31	22.9	22.8	22.8	17.27	16.96	17.12	23.1	22.8	22.9
10.24	17.43	17.30	17.37	21.3	20.9	21.1	17.48	17.32	17.40	21.4	20.8	21.1	17.63	17.61	17.62	21.6	21.3	21.4
	17.53	17.63	17.58	17.9	18.1	18.0	17.45	17.50	17.48	18.0	18.0	18.0	17.53	17.59	17.56	17.8	18.0	17.9
	17.68	17.78	17.73	15.1	15.4	15.3	17.65	17.63	17.64	15.1	15.3	15.2	17.75	17.64	17.70	15.3	15.3	15.3
12.22	17.61	17.83	17.72	13.7	13.8	13.7 _g	17.27	17.63	17.45	13.4	13.6	13.5	17.38	17.76	17.57	13.7	14.4	14.0
	17.36	17.35	17.36	10.4	10.3	10.4	17.72	17.62	17.67	11.1	10.9	11.0	17.38	17.14	17.26	9.3	8.9	9.1
	18.03	18.02	18.03	9.7	9.9	9.8	17.85	17.96	17.91	9.9	10.1	10.0	18.05	17.76	17.91	10.3	10.3	10.3
756 1.25																		
2.25																		

表34 海田湾3定点における懸濁質係数測定結果 (1955年5月~1956年2月)

定点(L)		金輪(L ₁)		坂(L ₂)		海田(L ₃)	
期	月日	満潮(H ₁)	干潮(H ₂)	満潮(H ₁)	干潮(H ₂)	満潮(H ₁)	干潮(H ₂)
前	5. 6	0.41	0.44	0.40	0.50	0.51	0.37
	5.23	0.40	0.43	0.46	0.43	0.52	0.43
	6.13	0.40	0.42	0.38	0.39	0.35	0.45
	7.20	0.57	0.51	0.57	0.48	0.49	0.55
	7.27	0.52	0.50	0.51	0.54	0.64	0.48
	8.11	0.39	0.45	0.61	0.49	0.46	0.47
	8.18	0.51	0.54	0.49	0.50	0.52	0.56
	9. 1	0.64	0.53	0.54	0.62	0.47	0.69
期平均	0.480	0.477	0.495	0.494	0.495	0.500	0.490
期平均	0.479		0.494		0.497 ₅		0.490
後	9.16	0.50	0.54	0.52	0.44	0.57	0.57
	10.17	0.50	0.48	0.44	0.44	0.57	0.56
	10.24	0.48	0.48	0.32	0.50	0.48	0.57
	11.14	0.46	0.34	0.47	0.48	0.44	0.38
	12.12	0.43	0.38	0.46	0.56	0.44	0.49
	12.22	0.36	0.32	0.31	0.41	0.34	0.45
	1.25	0.37	0.38	0.34	0.48	0.45	0.50
	2.24	0.45	0.38	0.45	0.43	0.40	0.28
期平均	0.444	0.412	0.414	0.474	0.461	0.475	0.447
期平均	0.428		0.444		0.468		0.447
全平均	0.453		0.469		0.483		

図32 3定点における年間の懸濁質係数値の出現頻度

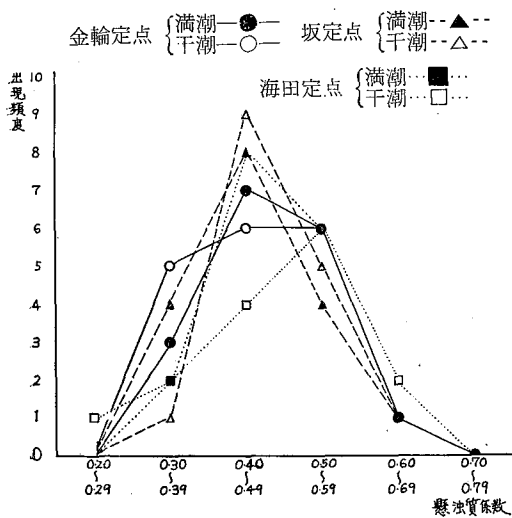


表35 海田湾3定点における懸濁質係数についての分散分析表

変動因	平方和	自由度	平均平方
測点(L)	138.2	2	69.1
潮時(H)	12.8	1	12.8
潮期(S)	455.1	1	455.1**
L × S	24.0	2	12.0
L × H	86.1	2	43.0
S × H	11.3	1	11.3
L × S × H	85.8	2	42.9
R(L · S · H)	4614.4	84	54.9
L · S · H · R	5427.7	95	

図33 3定点における平均濁度(τ)の年間変化

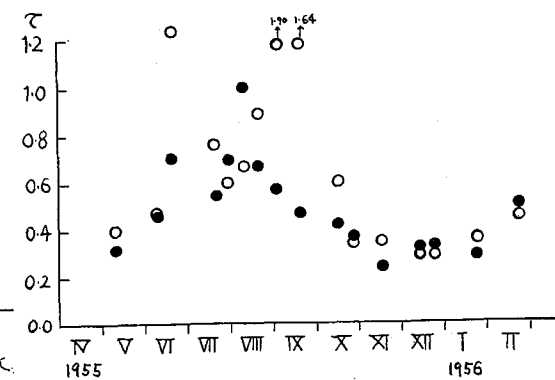
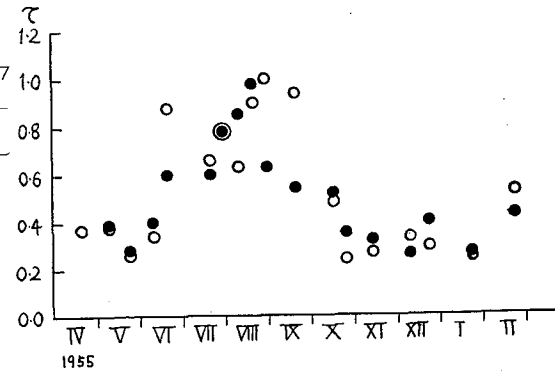
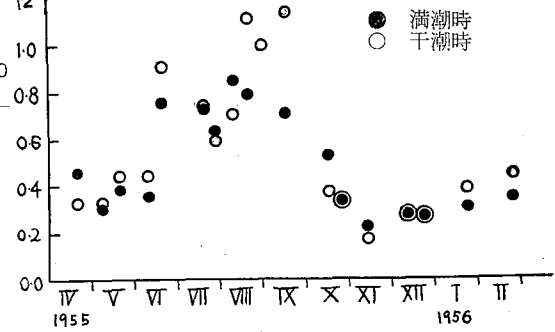


表36 海田湾3定点における小型懸濁質乾物量 (mg/ℓ)

定 点	月日 水深 (m)	1955	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1956	"	
		V. 6 -10	V. 23 -25	VI. 19 -22	VI. 19 -22	VI. 26 -29	VI. 26 -29	IX. 1 - 5	IX. 1 - 5	IX. 16 -19	IX. 16 -19	XI. 14 -17	XI. 14 -17	XI. 12 -14	XI. 12 -14	I. 25 -30	I. 25 -30
金 輪	0	0.78	3.7	3.3	3.5	2.8	2.3	2.2	2.1	1.7	2.4	0.6	0.7	1.3	1.3	1.3	1.2
	2	0.32	1.5	3.2	3.2	2.5	2.2	1.5	2.0	1.0	1.2	0.4	0.4	1.1	2.0	0.9	1.2
	10	0.60	3.0	3.3	3.7	3.3	2.8	1.3	2.0	2.5	2.7	1.0	1.9	1.6	1.9	1.1	1.5
	潮時	満	干	満	干	干	満	満	干	満	干	満	干	満	干	満	干
坂	0	0.58	1.3	4.0	2.7	3.8	3.3	4.7	3.8	2.4	2.0	1.0	1.0	1.6	1.1	0.6	1.0
	2	0.38	2.3	3.7	2.7	2.1	2.2	2.2	2.2	0.5	1.1	1.0	1.5	1.8	1.2	0.8	0.8
	10~7	0.55	1.3	2.2	3.3	2.3	2.0	1.3	3.0	1.5	2.2	1.8	2.1	1.8	2.1	1.5	1.5
	潮時	満	干	満	干	干	満	満	干	満	干	満	干	満	干	満	干
海 田	0	0.91	6.0	3.3	3.8	5.1	4.3	2.0	1.8	0.8	0.7	0.3	0.7	1.1	0.9	1.3	1.0
	2	0.30	5.0	2.3	2.7	1.8	2.4	1.8	1.8	0.4	0.5	0.4	0.4	1.2	0.9	1.0	1.0
	10~7	0.33	7.5	2.7	2.3	1.9	1.9	1.0	1.2	0.5	0.5	0.9	1.5	1.8	1.7	1.0	6.0
	潮時		干	満	干	干	満	満	干	満	干	満	干	満	干	満	干
外 田	0		4.5	4.5		2.8	4.3	0.7	1.1							1.4	
	2		4.2	4.2		2.0	2.2	1.2	1.4							1.6	
	10~7		4.2	4.2		1.7	1.3	1.6	1.4							1.2	
	潮時		干	満		干	満	満	干							満	

表37 小型懸濁物乾物量についての分散分析表

T……調査日, R……定 点
L……潮 時, D……水 深

要 因	自由度	平方和	分 散
T	7	68.1732	9.7390
L	1	11.7306	11.7306
R	2	0.0393	0.0197
D	2	7.9101	3.9550
T × L	7	31.1067	4.4438
T × R	14	33.3807	2.3843
T × D	14	17.4401	1.2457
L × R	2	3.3405	1.6703
L × D	2	2.9413	1.4707
R × D	4	1.0853	0.2713
T × L × R	14	16.7472	1.1962
T × L × D	14	12.9596	0.9257
T × R × D	28	16.2479	0.5803
L × R × D	4	0.9483	0.2370
T × L × R × D	28	1.1308	0.0404
Total	143	225.1816	

表38 定点別・水深別小型懸濁質乾物量 (mg/ℓ) の年間平均値

定 点	水 深	表 層	中 層	下 層
	(m)	(0m)	(2m)	(8~10m)
金 輪		1.95	1.54	2.14
坂		2.18	1.66	1.91
海 田		2.13	1.49	2.04

表39 海田湾3定点における有機懸濁質 (mg/ℓ) の年間変化

定 点	月 日 水深 (m)	1959	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1956	"
		V. 23	VI. 20 -22	VI. 20 -22	VI. 27 -29	VI. 27 -29	IX. 1 - 3	IX. 1 - 3	IX. 16 -19	IX. 16 -19	XI. 14 -17	XI. 14 -17	XII. 12 -14	XII. 12 -14	I. 25 -27	I. 25 -27
金 輪	0	0.99	1.56	1.14	1.25	1.31	1.75	1.93	2.12	2.64	1.27	0.95	0.43	0.26	1.30	1.38
	2	0.93	1.07	1.74	1.25	1.30	1.30	2.22	1.89	1.69	1.33	0.71	0.39	0.61	0.91	1.04
	7—10	0.73	1.01	1.05	0.93	0.94	1.54	1.32	1.20	1.57	1.18	0.87	0.75	0.56	0.87	0.87
	潮時	干	満	干	干	満	満	干	満	干	満	干	満	干	満	干
坂	0	1.17	0.95	1.52	3.13	2.07	2.63	2.83	2.45	2.03	0.46	1.33	1.62	0.69	0.91	1.16
	2	0.17	0.41	1.16	1.36	1.56	1.75	1.76	1.11	0.81	1.29	1.02	0.55	0.21	1.15	1.16
	7—10	0.99	0.22	1.30	2.17	1.97	0.93	0.82	1.96	1.91	0.79	0.45	0.52	0.67	0.64	0.98
	潮時	干	満	干	干	満	満	干	満	干	満	干	満	干	満	干
海 田	0	1.46	1.04	1.51	2.72	1.49	2.09	2.71	1.88	0.90	0.60	0.54	0.44	0.53	1.68	1.10
	2	1.00	0.96	0.87	1.11	1.86	2.15	2.42	0.81	0.74	0.63	0.82	0.52	0.55	1.18	0.72
	7—10	1.75	0.81	0.87	0.90	1.44	0.72	0.93	1.01	0.42	0.61	0.57	0.24	0.28	0.70	0.64
	潮時	干	満	干	干	満	満	干	満	干	満	干	満	干	満	干

表40 定点別, 水深別, 潮時別有機懸濁質 (mg/ℓ) の年間平均値

	金 輪		坂		海 田		平 均		
	満	干	満	干	満	干	満	干	全 体
表 (0 m)	1.39 (0.26 ~2.12)	1.36 (0.26 ~2.64)	1.58 (0.46 ~2.63)	1.81 (0.69 ~3.13)	1.32 (0.44 ~2.09)	1.43 (0.53 ~2.72)	1.43 (0.43 ~2.63)	1.53 (0.26 ~3.13)	1.48
中 (2 m)	1.17 (0.39 ~1.89)	1.32 (0.61 ~2.22)	1.11 (0.41 ~1.75)	1.07 (0.21 ~1.76)	1.16 (0.52 ~2.15)	1.03 (0.55 ~2.15)	1.15 (0.39 ~2.15)	1.14 (0.21 ~2.42)	1.14
下 (7~10m)	1.07 (0.75 ~1.54)	1.02 (0.56 ~1.57)	1.00 (0.22 ~1.97)	1.20 (0.45 ~2.17)	0.79 (0.24 ~1.44)	0.66 (0.28 ~0.93)	0.95 (0.22 ~1.97)	0.96 (0.28 ~2.17)	0.96
平 均	1.21	1.23	1.23	1.36	1.09	1.04	1.18	1.21	1.19
定点平均	1.22 (0.26~2.64)		1.29 (0.21~3.13)		1.06 (0.24~2.72)		0.22 ~2.63)	0.21 ~3.13)	0.21 ~3.13)

年間における変化の巾は大体各測点とも表層が大きく、底層が小さい。なお、有機懸濁質量は3定点とも大体表層に大きく底層に小さい。このことは、小型懸濁質量が表層・底層で大差なかったことは相異している。すなわち、底層懸濁質は表層のそれに比して無機性の懸濁質を多く含有していると考えてよいであろう。これは表41に掲げた安芸灘の資料でも見られる所で、底質の影響を暗示する。

一方懸濁質の粒子径を直接推定する方法(図35並びに文献35による)夏期(7月)と冬期(11, 12月)との粒子径を求めると、前者は3~5μの範囲にあり、後者は5~10μの範囲に入る。勿論図35に示した結果の懸濁質に Refractive index 1.15を適用してよいか否かは問題であるが、一応夏期の粒子径は冬期のそれに比較して大きいことは間違いないものとする。従って冬期の懸濁質は粒子径が大きいので、濁度としては小さな値を示すが、その懸濁質乾物量は余り小さくないことは Suspension-feeder の餌料として考える場合には注意を要するものとする。

図34 3地点における潮時別、水深別有機懸濁質の年間変化

(上より金輪, 坂, 海田定点)

0 m, ●…満潮 ○…干潮
 2 m, ▲…満潮 △…干潮
 7~10m, ■…満潮 □…干潮

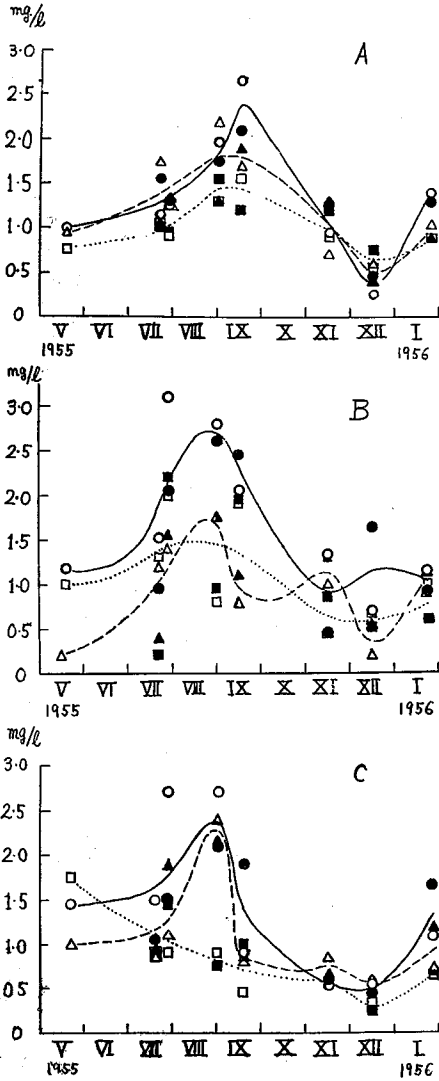


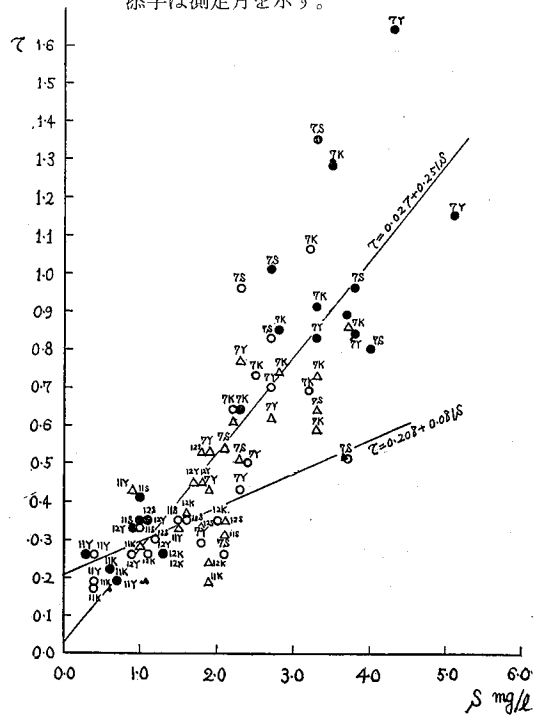
表41 安芸灘における表層、底層の小型懸濁質 (mg/l)および灰含有率

(表層…表面より透明度深まで
 底層…底より5m上まで)

年 月日	1957.VI.17~19		1957.VII.23~24		1957.VIII.26~27		1957.IX.20~21		1957.VI.17~19 (Ash)	
	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層 (%)	底層
1	3.1	4.5	3.3	6.1	3.0	8.5	1.8	1.3	62.00	75.00
2	1.9	3.0	2.1	7.6	5.5	16.0	2.7	1.8	60.00	66.67
3	1.4	4.8	0.8	2.2	1.6	12.5	2.1	1.7	63.64	68.97
4	0.9	4.4	2.0	5.9	1.1	5.7	0.8	2.4	57.14	71.43
5	1.1	1.9	1.5	4.6	0.8	6.0	1.7	6.1	60.00	93.33
6	1.1	3.7	1.2	1.8	1.4	1.8	1.7	3.9	80.00	76.92
7	0.9	1.3	1.0	2.2	1.4	6.9	1.4	4.8	50.00	87.50
8	0.9	1.6	1.0	2.0	1.4	5.0	0.7	0.9	62.50	77.27
9	1.2	1.4	1.5	2.5	1.6	3.2	2.5	2.6	70.00	54.55
10	1.1	1.8	1.4	2.3	1.5	3.0	0.9	2.6	30.00	42.85
11	1.1	2.0	1.8	5.3	1.6	7.9	1.9	3.7	44.44	43.75
12	1.5	2.0	1.1	2.3	2.9	4.6	1.3	3.4	—	—
13	1.4	1.9	0.5	7.1	1.0	6.4	0.8	1.4	—	—
14	1.3	2.7	1.5	4.0	1.6	3.6	1.2	2.3	—	—

図35 海田湾3定点(金輪:K;坂:S;海田:Y)における濁度(τ)と懸濁質乾物量(S)との関係

●…0m, ○…2m, △…10m
 添字は測定月を示す。



第2節 浅海内湾における懸濁質の分布

本節においては主として、従来より水域区分指標として使用されて来た海水中の塩素量 (Cl%) の分布と懸濁質の分布とを対比検討することにより、懸濁質が、塩素量ではあらかわしえなかった点をも区分し得ることを明らかにし、水域区分指標として重要な意義をもつことを述べた。

第1項 塩素量より見た海田湾の概況

1955年4月より1956年2月にいたる間、図31に示した測点1より4'を含む測点13までの計14測点で行なった調査結果(表42)をもとに、海田湾における水域区分を、まず年間平均の面から考察した。

図36A. Bは全期全層平均値による満干潮時別水域区分図である。満潮時の本湾は大体17.00‰線により南北に二分されると見て大過ないであろう。すなわち坂湾(測点10)を含む島嶼側は高塩分であり、各河口域並びに湾奥部が低塩分を示す。干潮時は坂湾並びに各水道域が、17.00‰以上で、他はそれ以下の低塩分水域となり、特に猿猴川尻は河口を中心に扇形状に河川水が分布する。これら満干潮時の塩素量分布から本湾における水塊移動を推定すると、大体漲潮時には宇品、金輪水道より浸入した外囲水は猿猴川尻～金輪島を結ぶ線の両側水域にそれぞれ分布し、落潮時には沿岸域に圧縮されていた湾内水は湾一面に張り出し、高塩分水は両水道より流出する。坂湾に比較的高塩分水塊が残存する以外は極めて常識的である。今満干潮時の塩素量の差をもって、その点における環境変化の大小を示すものと考え、表42最終列の平均からこれらを求め、整理すると、0.1以下の比較的小さい差を示す測点は2, 5, 10, 11, 12で、外囲水の影響の強い水道部と湾奥中央水域とがこれに入る。0.1～0.3の範囲に入る測点は1, 3, 4, 6, 8, 13であり、0.3以上の測点は4', 9で、測点7は1.04と極めて大きい。これらから水道部での外囲水の浸入は大体東側が主であることが推定される。

以上塩素量の年間平均から本湾は次の3水域に大きく区分されるであろう。A水域：主として水道部に見られる比較的高塩分で満干潮時の差は少ない。従ってその変化は外囲水のそれに従属的である。B水域：湾の大部分を占める水域で、いわゆる湾内水でおおわれ、やや低塩分であり、潮時の差は余り大きくない。C水域：河口域あるいは水道入口などに見られ比較的水塊の置換が良い所で、潮時差は大きい。塩分は一般に低い。

春から夏にかけての前期の事情を示したのが図37A. B. である。満干潮時の状態は前記年間平均値のそれらと大体類似の結果を示し、特に前期の分布が特異な様相を示すとは考えられない。ただ湾全体が年間平均より低塩分である。各測点における両潮時の塩素量差による特性区分も

図36 全期(年間)全層平均塩素量(Cl%)分布

(A)…満潮時
(B)…干潮時

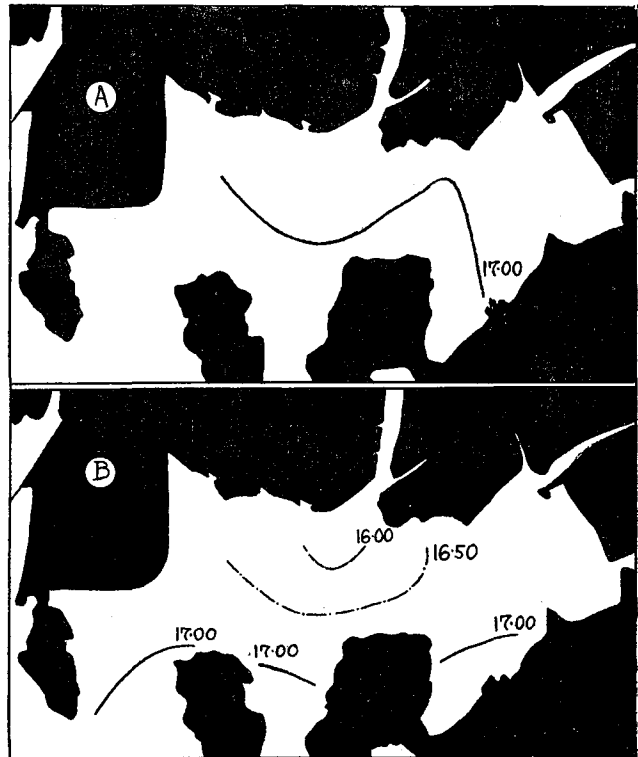


表42 潮時別塩素量 (Cl%)

海田湾における (1955・1956年) 平均塩素量 (Cl%)

潮時 期 月日 測点	満 潮 時										平 均
	前 期					後 期					
	4月21日	6. 13	8. 11	8. 19	平 均	10. 18	10. 24	12. 22	2. 25	平 均	
1	16.67	17.01	16.82	17.17	16.92	16.89	17.12	17.81	18.10	17.48	17.20
2	16.51	17.16	17.12	17.22	17.00	17.14	17.44	17.75	18.16	17.62	17.31
3	16.21	17.09	16.94	17.16	16.85	16.66	17.12	17.81	18.15	17.43	17.14
4	16.08	17.38	16.97	17.08	16.88	16.96	17.04	17.68	17.93	17.40	17.14
4'	—	17.39	17.02	17.03	17.15	16.67	17.18	17.74	17.90	17.37	17.26
5	15.72	17.44	17.14	17.19	16.87	16.53	17.01	17.17	17.89	17.15	17.01
6	15.91	17.39	16.93	17.13	16.85	16.48	17.20	17.47	17.91	17.27	17.06
7	14.93	16.64	16.85	16.95	16.34	16.34	17.31	17.64	17.98	17.32	16.83
8	15.98	17.23	16.72	17.07	16.75	16.21	17.45	17.41	17.98	17.26	17.00
9	16.49	17.01	16.89	17.23	16.91	16.86	17.52	17.04	17.91	17.33	17.12
10	16.28	17.30	17.08	17.11	16.94	16.86	17.41	16.70	17.59	17.14	17.04
11	16.12	16.71	16.97	17.13	16.73	16.59	17.53	16.74	17.88	17.18	16.96
12	15.78	16.79	16.80	17.06	16.61	16.12	17.63	17.11	18.01	17.22	16.91
13	16.10	16.75	16.83	17.09	16.69	16.63	17.61	16.76	17.91	17.23	17.01

潮時 期 月日 測点	干 潮 時										平 均
	前 期					後 期					
	4月21日	6. 14	8. 12	8. 18	平 均	10. 17	10. 25	12. 23	2. 24	平 均	
1	16.96	16.65	16.45	17.09	16.79	16.63	17.47	17.28	17.31	17.17	16.98
2	16.49	17.20	16.99	17.20	16.97	16.94	17.51	17.73	17.81	17.49	17.23
3	16.15	16.77	16.57	16.96	16.61	16.76	17.40	17.14	17.48	17.19	16.90
4	16.69	16.79	16.51	17.05	16.76	16.73	17.24	16.90	17.72	17.15	16.95
4'	—	16.72	16.66	17.04	16.81	16.83	17.07	16.11	17.78	16.95	16.88
5	16.73	17.09	16.87	17.15	16.96	16.64	16.95	17.64	17.81	17.25	17.10
6	16.29	16.88	16.42	17.04	16.66	16.19	17.00	17.19	17.53	16.98	16.82
7	13.93	15.45	15.60	16.40	15.34	16.10	16.67	15.20	16.96	16.23	15.79
8	15.64	16.66	16.77	15.78	16.21	16.79	17.62	17.30	17.66	17.34	16.77
9	15.67	16.77	16.87	16.30	16.40	16.35	17.49	17.40	17.36	17.15	16.77
10	17.12	17.15	16.89	17.15	17.08	16.51	17.30	17.13	17.65	17.15	17.11
11	15.93	17.03	16.34	17.14	16.61	16.45	17.55	17.47	17.40	17.22	16.91
12	15.64	16.91	16.71	16.96	16.56	16.13	17.63	17.76	17.56	17.27	16.91
13	15.67	17.13	16.90	17.09	16.70	15.79	17.59	17.61	17.36	17.09	16.89

大体年間のそれと大差なく、前記A. B. C水域と一致する。

秋・冬にかけての後期間の事情は図38A. Bに示した。本期は年平均に対し全般的に高塩分ではあるが、水域区分は前二者とほとんど一致している。

以上はすべて各測点において測定した6層の平均値³¹⁾についての論議であるが、最も変化に富む表層水の塩素量による本湾の区分を次に考慮してみよう。花岡・村上は本湾における表面塩素量の分布と懸濁質係数との関連性を論じ、両者はかなり関係のあることを報告した。1956年に得た結果は図39に示した。同潮時であ

图37 前期 (1955年4月~8月) 全層平均
 均塩素量 (Cl%) 分布

(A)·····満潮時
 (B)·····干潮時

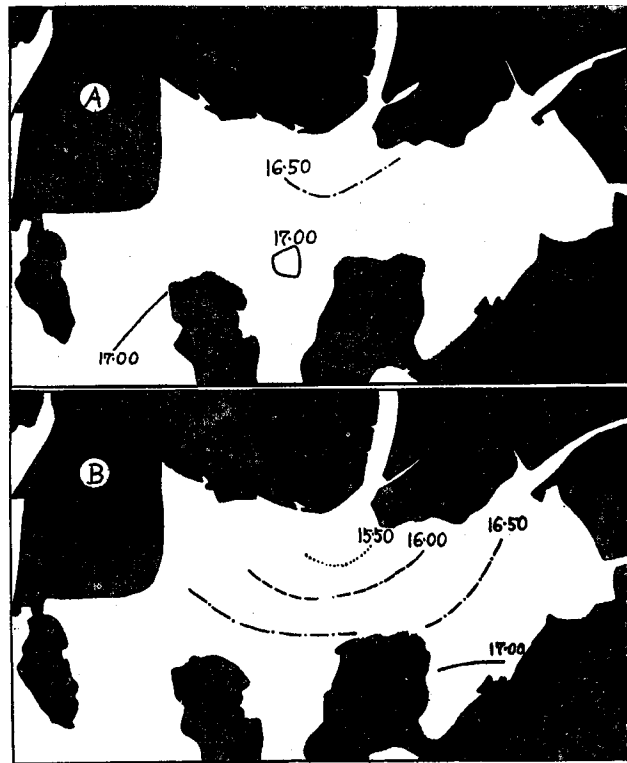


图38 後期 (1955年10月~1956年2月)
 全層平均塩素量 (Cl%) 分布

(A)·····満潮時
 (B)·····干潮時

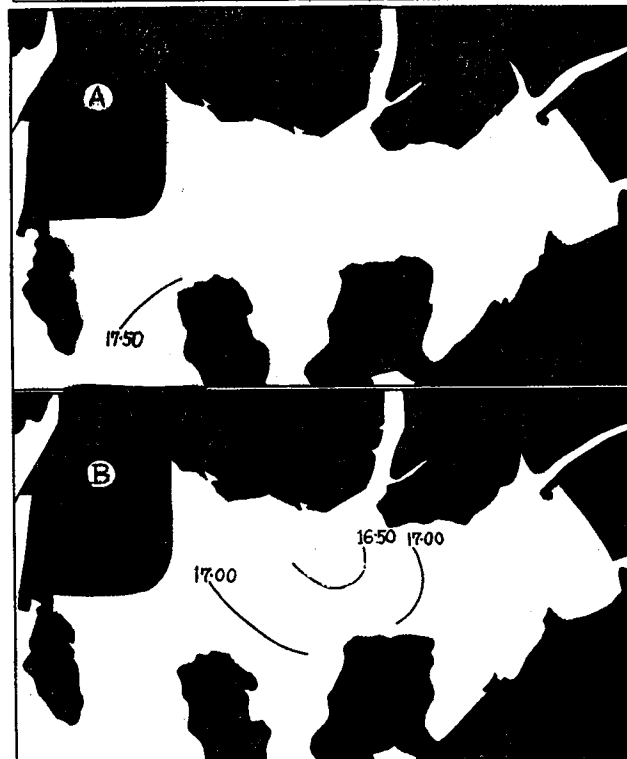
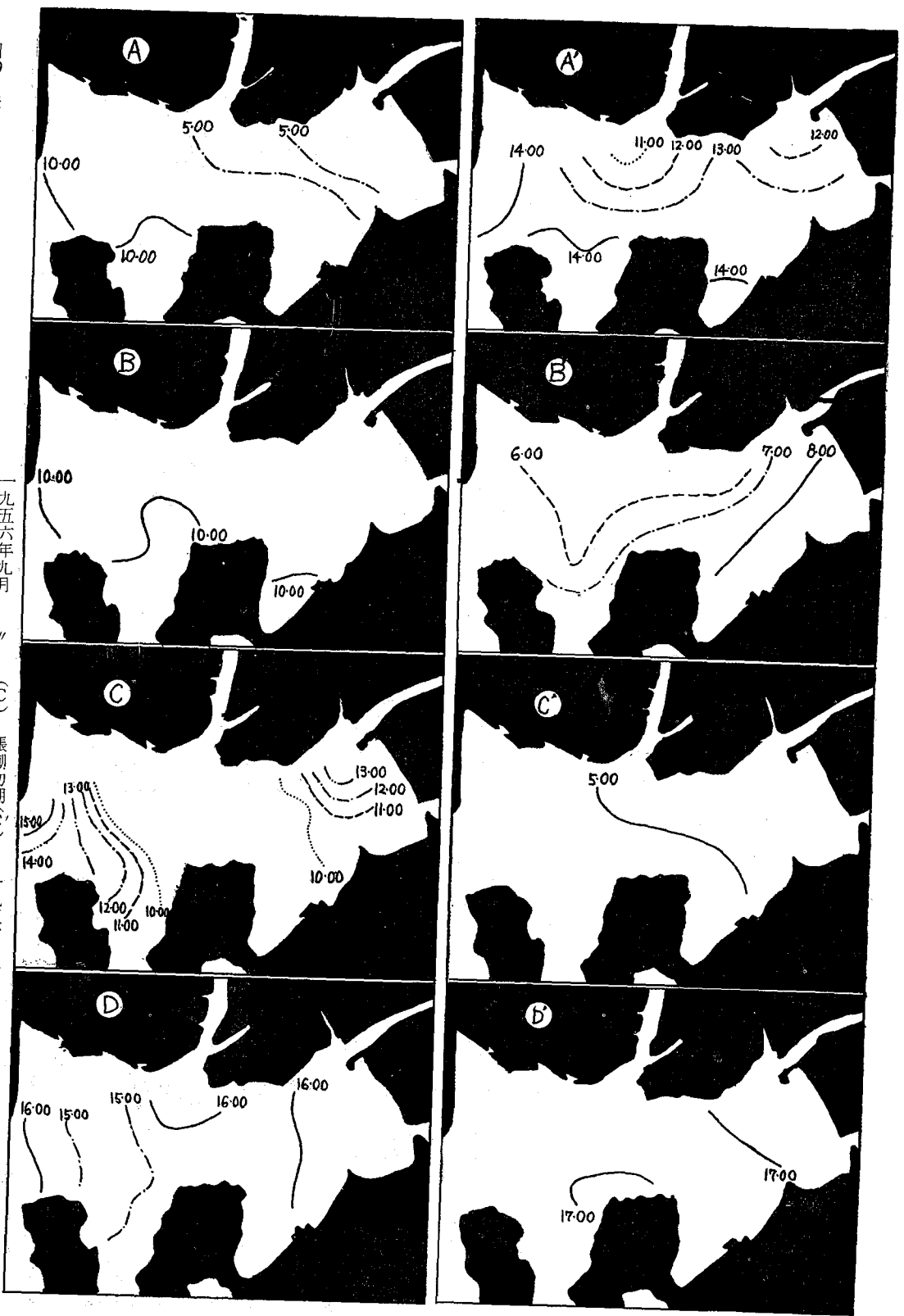


図 39 表層塩素量 (Cl%) の時期別潮時別分布



一九五六年九月 漲潮終期 (A) 漲潮初期 (C)
 一九五六年五月 " " 落潮初期 (A')
 一九五六年七月 漲潮終期 (B) 落潮初期 (D)
 落潮後期 (B')

っても時期によるかなりの差は認めなければならぬであろうが、それぞれの時期による相対的水塊の位置には類似点が認められる。今本結果(図39)から再び本湾における水塊移動について考えて見よう。漲潮に転ずると、湾内に拡大していた湾内水は湾奥方向に圧迫される。その間猿猴川尻に帯状に発達していた低塩分水帯は、そのままの形で湾奥部方向に圧縮される。さらに時間が経過し漲潮後期になってもその関係(帯状分布)は大体保持されているようである。従って表層では必ずしも湾奥に進むにつれて低塩分になるとはかぎらず、場合によっては内部が高塩分の時もある。

表層における潮時差を示したのが図40である。これまた年平均、前・後期平均で見た結果とほとんど一致している。

以上が塩素量の分布から見た海田湾の水域区分の概要である。

次にこれら塩素量分布に対し、懸濁質係数、濁度など懸濁質の特性値の分布が如何なる関係にあるかを吟味しようとする。

第2項 懸濁質係数による水域区分について

海田湾での調査結果は一括して表43に示した。なお、年間平均懸濁質係数および、前期・後期別平均値の分布更にはそれぞれの満干潮時差の分布は図41～図46に示した。

前項塩素量による水域区分と懸濁質係数によるそれとは必ずしも同一とは考えられず、むしろ若干相違しているように考えられる。すなわち塩素量分布特に干潮時のそれは、年間を見ても、前・後期を取りあげても猿猴川尻を中心的に河水の拡散する有様が見られるが、懸濁質係数の分布はむしろ広島市寄り入江(三角水域と仮称する)の最奥部(大河下水放出口)を要とする扇形状を呈すること、海田地先(湾奥部)の沿岸に沿って比較的大きな係数値が見られる。

これらの差異は、塩素量の分布が主として陸水と沖合水との関係に依存するに対し、懸濁質係数の分布はこれらのほかに、さらに海底の影響なども加わって決定されることによるものと考えられる。このことは、金輪島周辺水域をのぞくほかは、係数の分布が本湾の等深度線に極めて類似している点からも推定される。

花岡・村上は表面塩素量と懸濁質係数の分布はかなりよく一致することを報告している。この点について

図40 1956年5月にみられる塩素量の潮時差分布

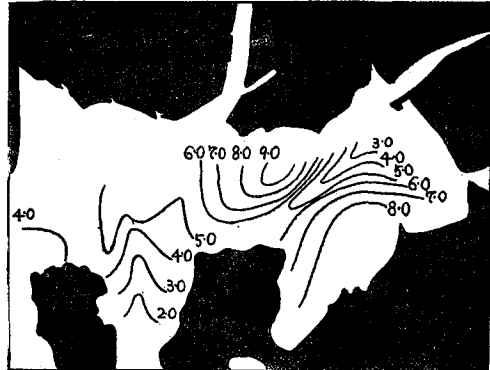


図41 懸濁質係数年間平均値の分布

(A) …満潮時 (B) …干潮時

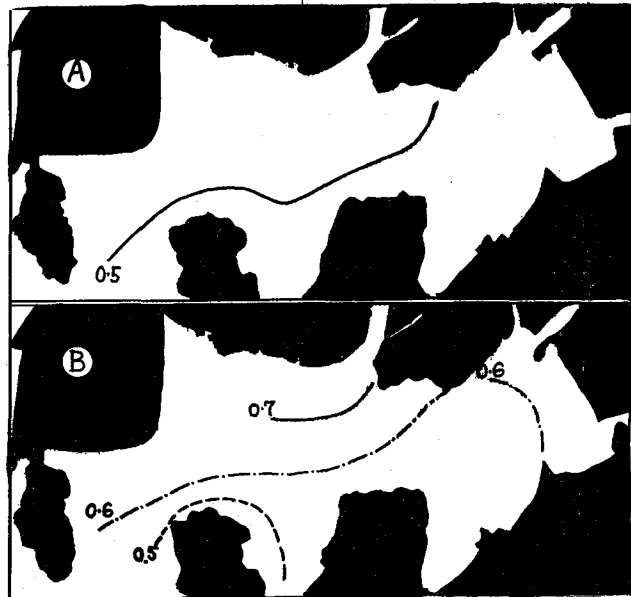


表43 海田湾における懸濁質係数

測点 月日	1	2	3	4	4'	5	6	7	8	9	10	11	12	13	潮時
1955 IV. 21	0.54	0.55	0.54	0.54	—	0.50	0.52	0.53	0.57	0.51	0.49	0.53	0.56	0.53	満干
IV. 21	0.53	0.53	0.76	0.51	—	0.54	0.56	0.58	0.67	0.54	0.48	0.53	0.60	0.68	満干
VI. 13	0.30	0.29	0.50	0.43	0.43	0.40	0.34	—	0.41	0.41	0.38	0.50	0.35	0.37	満干
VI. 14	0.46	0.39	0.49	0.47	0.46	0.42	0.41	—	0.43	0.46	0.39	0.42	0.45	0.41	満干
VI. 22	0.69	0.71	0.79	0.70	0.70	0.60	0.68	0.80	0.64	0.70	0.66	0.72	0.80	0.65	満干
VI. 21	0.98	1.04	1.95	0.80	0.94	0.95	1.15	1.08	1.30	1.09	1.11	1.00	1.30	1.60	満干
VIII. 11	0.54	0.46	0.51	0.44	0.46	0.39	0.42	0.46	0.43	0.46	0.61	0.40	0.46	0.40	満干
VIII. 12	0.55	0.41	0.55	0.42	0.45	0.45	0.42	0.71	0.45	0.48	0.49	0.50	0.47	0.57	満干
VIII. 19	0.56	0.51	0.52	0.46	0.49	0.51	0.52	0.59	0.57	0.54	0.49	0.59	0.52	0.54	満干
VIII. 18	0.56	0.44	0.60	0.61	0.56	0.54	0.50	0.85	0.51	0.48	0.50	0.47	0.56	0.54	満干
X. 18	0.42	0.51	0.54	0.50	0.56	0.50	0.49	0.51	0.44	0.42	0.44	0.42	0.57	0.43	満干
X. 17	0.59	0.52	0.54	0.50	0.54	0.48	0.49	0.71	0.36	0.42	0.44	0.52	0.56	0.49	満干
X. 24	—	0.50	0.58	0.50	0.51	0.48	0.52	0.79	0.56	0.53	0.32	0.39	0.48	0.37	満干
X. 25	0.70	0.49	0.37	0.47	0.48	0.48	0.46	—	0.49	0.46	0.50	0.50	0.57	0.45	満干
XII. 22	0.55	0.42	0.45	0.39	0.39	0.36	0.35	—	0.33	0.30	0.31	0.38	0.34	0.39	満干
XII. 23	0.29	0.27	0.26	0.31	0.27	0.32	0.52	—	0.46	0.45	—	0.42	—	—	満干
II. 25	0.48	0.46	0.44	0.44	0.49	0.45	0.39	0.46	0.45	0.40	0.45	0.45	0.40	0.41	満干
II. 24	0.43	0.51	0.50	0.45	0.41	0.38	0.44	0.39	0.39	0.39	0.43	0.50	0.28	0.38	満干
測点 月日	3	14	15	4	4'	5	6	7	8	9	10	11	12	13	潮時
1956 V. 30	0.49	0.52	0.43	0.43	0.43	0.43	0.47	0.57	0.62	0.55	0.50	0.69	0.55	0.61	漲潮
V. 29	0.53	0.38	0.42	0.39	0.44	0.38	0.48	0.45	0.39	0.39	0.41	0.43	0.45	0.50	落潮
VII. 16	0.45	0.47	0.50	0.45	0.41	0.38	0.40	0.60	0.68	0.60	0.55	0.70	0.73	0.70	漲潮
VII. 17	0.80	0.55	0.71	0.70	0.69	0.53	0.60	0.80	0.68	0.64	0.60	0.63	0.72	0.70	落潮
IX. 27	0.60	0.53	0.59	0.62	0.51	0.70	0.62	0.62	0.62	0.65	0.70	0.56	0.55	0.55	漲潮
IX. 28	0.61	0.52	0.55	0.50	0.46	0.46	0.45	0.50	0.47	0.43	0.49	0.51	0.64	0.54	漲潮
XII. 8	0.40	0.52	0.49	0.58	0.54	0.32	0.48	0.41	0.42	0.37	0.39	0.38	0.35	0.40	漲潮
XII. 6	0.54	0.42	0.53	0.44	0.44	0.55	0.45	0.60	0.57	0.47	0.46	0.46	0.52	0.46	落潮
1957 III. 6	0.41	0.37	0.43	0.39	0.33	0.35	0.37	0.36	0.33	0.38	0.39	0.38	0.33	0.35	漲潮
III. 5	0.30	0.31	0.40	0.36	0.39	0.37	0.43	0.40	0.36	0.34	0.33	0.35	0.43	0.32	落潮

図42 県濁質係数潮時差の分布

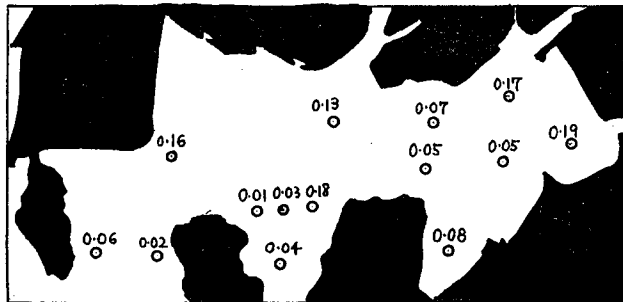


図43 前期平均懸濁質係数の分布
(A) …満潮時 (B) …干潮時

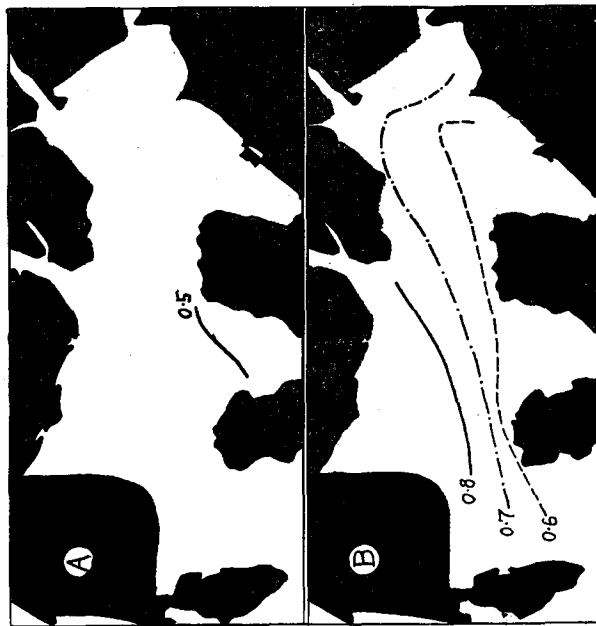


図45 後期平均懸濁質係数の分布
(A) …満潮期 (B) …干潮時

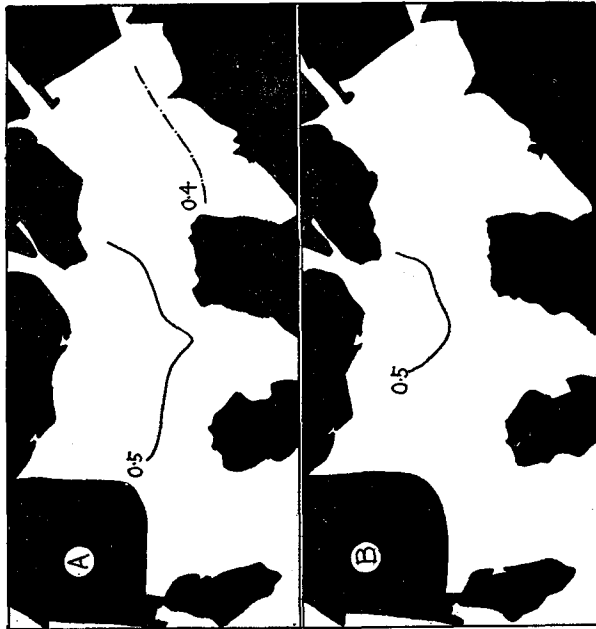


図44 前期平均懸濁質係数潮時差の分布

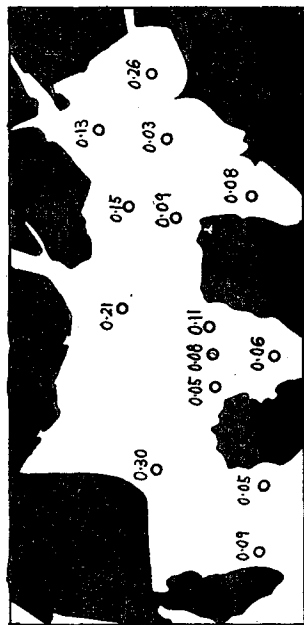
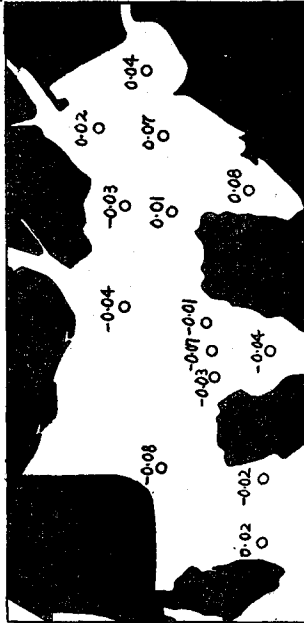


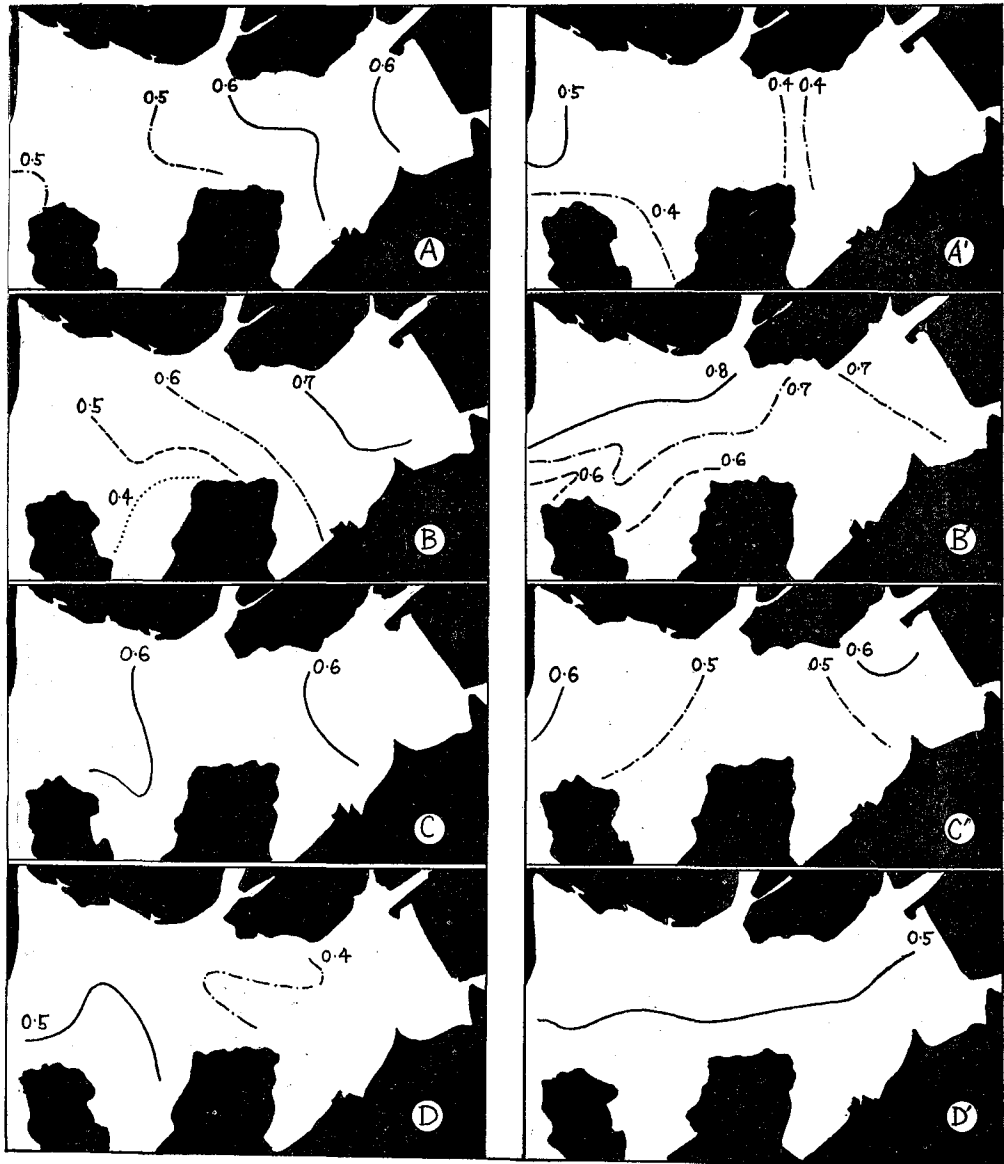
図46 後期平均懸濁質係数潮時差の分布



前掲図39と懸濁質係数の分布（図47……両者は同時に測定した）とを比較検討し両者の関係を見た。なお、調査した時刻とその時の潮時との関係は図48に模式的に示した。

結論的にいえば、表面塩素量と懸濁質係数の分布は必ずしも一致しない。また、いずれが水域をより詳細に区分し得るかについても、それが内湾であるかぎり直ちに云々し得ない。これら両者の不一致は塩素量と懸濁質の拡散速度の相異にも原因の一つはあるであろうし、前述した如く、変化の起源の差にもあるものとする。従って両者の組合せによる水域区分もまた重要な意味をもつものとする。これらについては別項で述べる。

図47 2 2 図 懸濁質係数の時期的潮時別分布
 (A), (A')... (D), (D')は第II-14図におなじ



以上のように塩素量とはまた別の意味をもつものと考えられる懸濁質係数による水域区分の、経年変化はどうか、このことを吟味しておくことは懸濁質係数を漁場の特性指標として使用しようとする場合極めて重要なことであろう。1956年、1958年および1959年5月の事情を図49に示した。これら3調査はいずれも落潮初中期にわたって実施し潮時の点では大体一致している。

調査の範囲内では、その絶対値においても、その分布においても、年毎に若干の差異が見られる程度で、大体類似の結果と見做し得るようである。ただその中において幾分なりともだんだん懸濁質係数が小さくなる傾向を示していることは注意すべき所であろう。

第3項 水中濁度による水域区分について

水中濁度についてはいろいろの角度からの研究がなされており、水域区分についてもかなり多くの報告がある。特に最近盛んになる傾向が見られる。これは濁度に関する各種理論の発展と、測定の比較的簡易なことによるものと考えられる。

しかし今までの成果は主として沖合性水域のもので、内湾に関するものは少ない。これは、その研究が、いわゆる海洋学の一環として行なわれているため、理論化に困難な、複雑な様相をもつ浅海内湾をさけたものと考えられる。更に水産の上からも、浅海内湾漁業の位置、特に諸外国でのそれが低いことに依存するのではないかと考えられる。

海田湾で得た調査結果は一括して表44に示した。表中の数値はいずれも水深加重平均値である。

図50、図51に各測点毎の年間全平均値および、年間潮時別平均値を示した。また一年を夏で2分した前期の事情は図52、53に、後期のそれは図54、55にそれぞれ示した。濁度の絶対値では、満潮時が小さく、干潮時が大きい。これは年間を通じてまた

図48 調査時と潮時との関係模式図

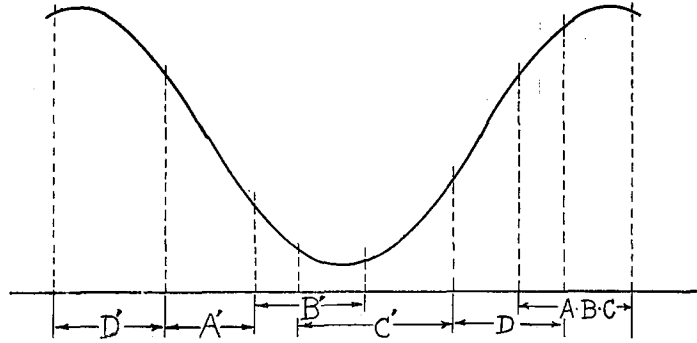
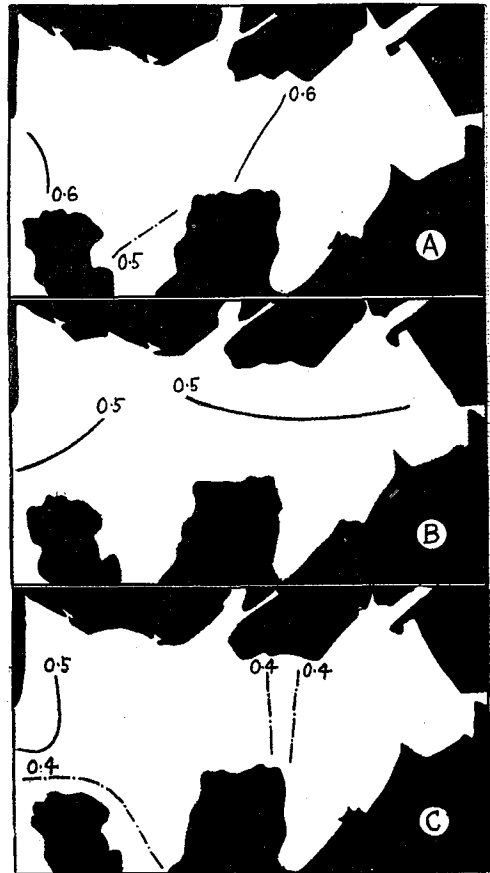


図39 懸濁質係数の年変化

- (A) 1956年5月29日
- (B) 1958年5月23日
- (C) 1959年5月21日



* 水深が10m以深の測点では0mより10mまでを5等分した各層で測定し、10m以浅の場合は0mより海底上約1mまでの5等分層で測定した値である。

表44 瀬田湾における測定別全層平均濁度 (1m当り濁度)

月 測点	1955 VI				VIII				X				XII		1956. II			前期(VI~VII)			後期(X~II)			年間平均							
	13	14	21	22	11	12	18	19	17	18	24	25	22	23	24	25	全体	満潮	干潮	全体	満潮	干潮	全体	満潮	干潮	全体	満潮	干潮			
	0.43	0.65	0.69	0.55	1.23	0.82	1.30	1.06	0.91	0.43	0.44	0.44	0.63	0.35	0.44	0.41	0.85	0.83	0.87	0.51	0.48	0.53	0.68	0.65	0.70	0.51	0.48	0.53	0.68	0.65	0.70
2	0.50	0.37	1.07	0.60	0.94	0.63	1.12	0.94	0.60	0.46	0.28	0.27	0.39	0.33	0.53	0.35	0.77	0.74	0.80	0.40	0.37	0.43	0.59	0.55	0.61	0.40	0.37	0.43	0.59	0.55	0.61
3	0.67	0.64	1.19	0.93	1.11	1.02	1.25	0.91	1.00	0.56	0.41	0.47	0.51	0.34	0.59	0.36	0.97	0.91	1.02	0.42	0.45	0.37	0.69	0.68	0.70	0.42	0.45	0.37	0.69	0.68	0.70
4	0.47	0.47	1.12	0.76	1.00	0.81	1.04	0.75	0.75	0.52	0.28	0.36	0.32	0.29	0.47	0.46	0.80	0.74	0.85	0.43	0.39	0.47	0.62	0.57	0.66	0.43	0.39	0.47	0.62	0.57	0.66
4'	0.40	0.51	0.98	0.72	0.95	0.68	1.12	0.91	0.65	0.67	0.51	0.32	0.28	0.27	0.53	0.40	0.77	0.72	0.82	0.45	0.47	0.44	0.61	0.59	0.63	0.45	0.47	0.44	0.61	0.59	0.63
5	0.36	0.44	0.90	0.75	0.83	0.70	0.60	0.78	0.67	0.37	0.33	0.33	0.26	0.26	0.44	0.34	0.67	0.68	0.66	0.33	0.32	0.42	0.52	0.50	0.54	0.33	0.32	0.42	0.52	0.50	0.54
6	0.31	0.48	0.94	0.85	0.84	0.53	1.18	0.85	0.58	0.45	0.28	0.29	0.25	0.27	0.53	0.37	0.75	0.71	0.78	0.33	0.34	0.42	0.56	0.52	0.60	0.33	0.34	0.42	0.56	0.52	0.60
7	0.49	0.55	1.52	1.13	1.08	0.88	1.66	0.97	0.70	0.50	0.44	0.54	0.31	0.43	0.44	0.42	1.03	0.92	1.15	0.47	0.42	0.53	0.75	0.67	0.84	0.47	0.42	0.53	0.75	0.67	0.84
8	0.39	0.38	1.00	0.73	0.91	0.57	0.94	0.96	0.52	0.56	0.45	0.37	0.29	0.34	0.66	0.43	0.74	0.75	0.72	0.45	0.43	0.47	0.59	0.59	0.59	0.45	0.43	0.47	0.59	0.59	0.59
9	0.31	0.34	0.64	0.72	0.89	0.59	1.08	0.86	0.59	0.49	0.33	0.38	0.30	0.26	0.49	0.40	0.68	0.69	0.66	0.40	0.38	0.43	0.54	0.53	0.55	0.40	0.38	0.43	0.54	0.53	0.55
10	0.40	0.34	0.88	0.60	0.85	0.63	0.90	0.98	0.48	0.52	0.35	0.24	0.40	0.29	0.52	0.43	0.70	0.71	0.69	0.40	0.42	0.38	0.55	0.57	0.53	0.40	0.42	0.38	0.55	0.57	0.53
11	0.44	0.44	0.79	0.69	0.96	1.23	0.89	0.64	0.62	0.51	0.39	0.32	0.33	0.31	0.64	0.44	0.76	0.68	0.84	0.45	0.42	0.47	0.60	0.55	0.65	0.45	0.42	0.47	0.60	0.55	0.65
12	0.51	0.43	0.89	0.83	0.91	0.80	0.99	0.86	0.55	0.57	0.43	0.32	0.31	0.29	0.51	0.52	0.77	0.75	0.78	0.44	0.46	0.42	0.61	0.60	0.60	0.44	0.46	0.42	0.61	0.60	0.60
13	0.46	0.46	1.24	0.71	1.01	0.67	0.89	0.67	0.60	0.42	0.37	0.34	0.30	0.29	0.45	0.50	0.76	0.71	0.81	0.41	0.40	0.42	0.59	0.55	0.61	0.41	0.40	0.42	0.59	0.55	0.61
潮時	満	干	干	満	満	干	干	満	干	満	満	干	満	干	干	満															

図50 年間全平均濁度の分布

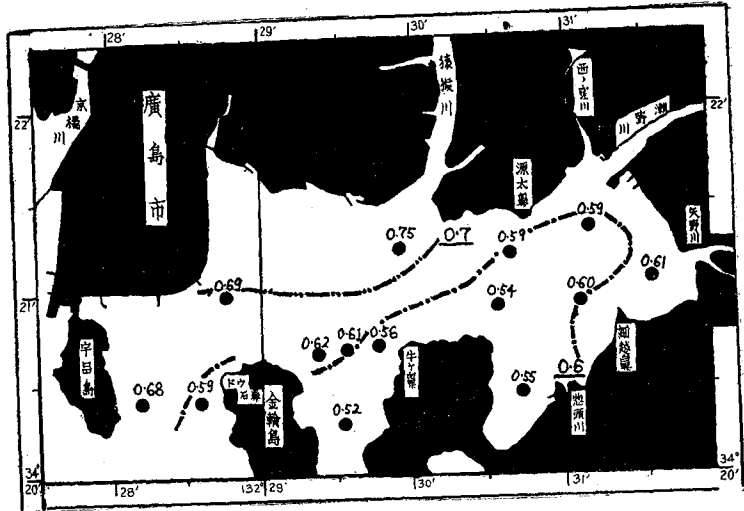


図51 年間潮時別全層平均濁度

太線…満潮時
細線…干潮時

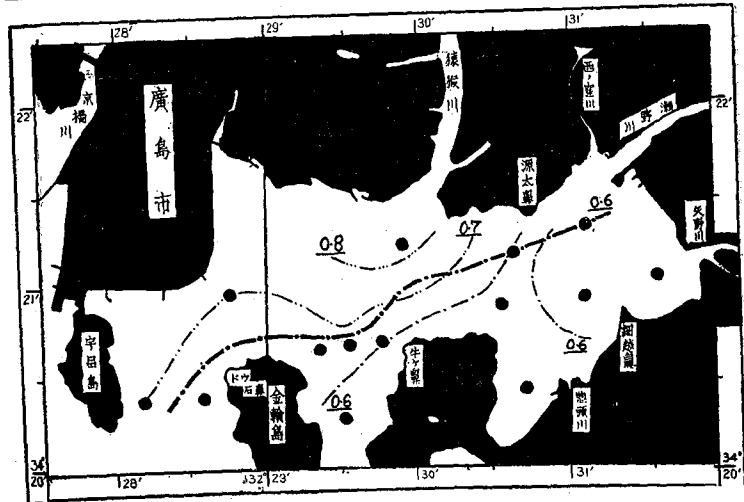


図52 前期全層全平均濁度の分布

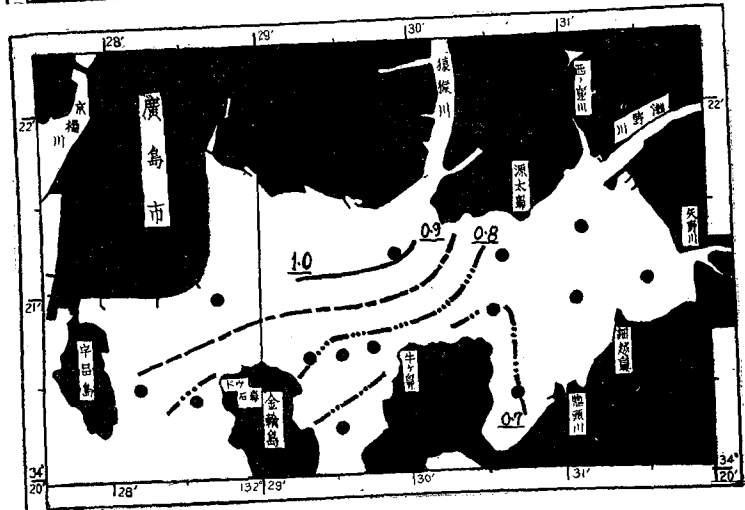


図53 前期全層潮時別平均濁度の分布
太線…満潮
細線…干潮

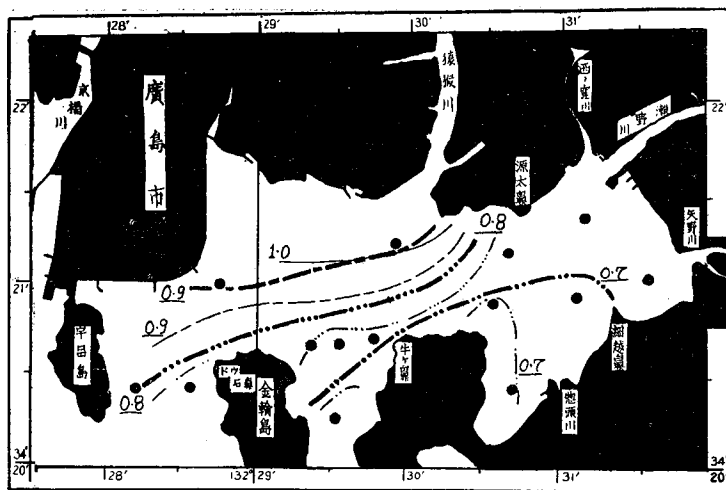


図54 後期全層全平均濁度の分布

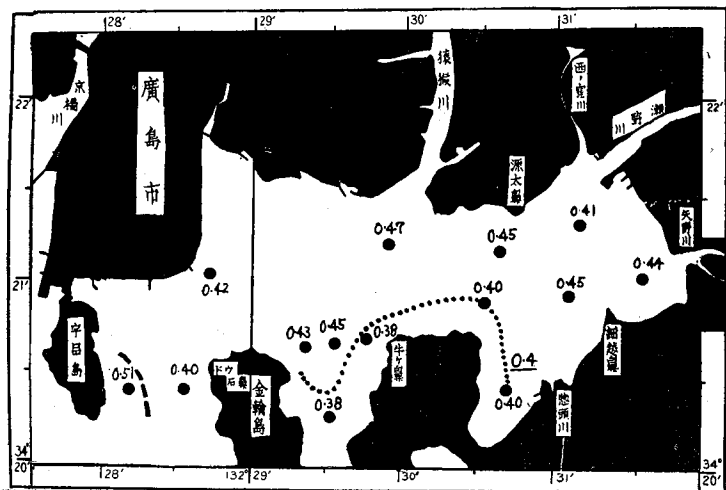
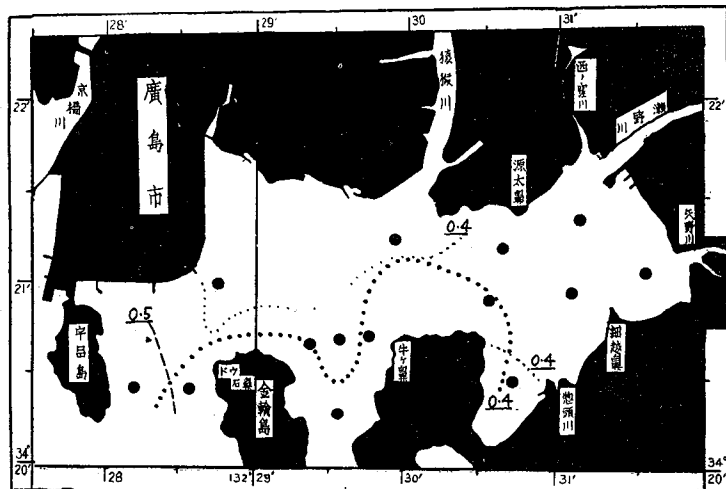


図55 後期全層潮時別平均濁度の分布
太線…満潮
細線…干潮



前・後期に区分しても大体同様である。前・後期では前期が一般に大きい値を示している。分布傾向は、大体前項の懸濁質係数と類似で、本湾の等深度線とほぼ一致しているようである。従ってこの点は塩素量のそれと相異なる。

濁度分布で顕著な特長は、その絶対値を無視すれば満干潮時の様相が極めて似ているということであろう。(懸濁質係数でもこの傾向は見られるが、濁度ほどではない)

図56 落潮時の濁度分布
太線 0m; 細線 5m層

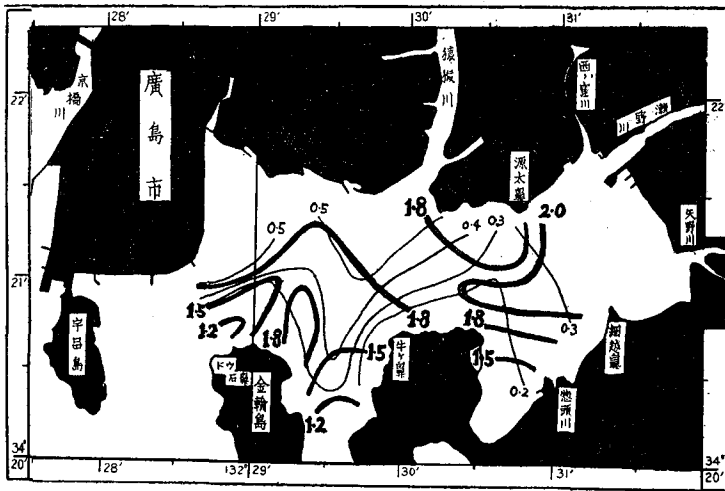
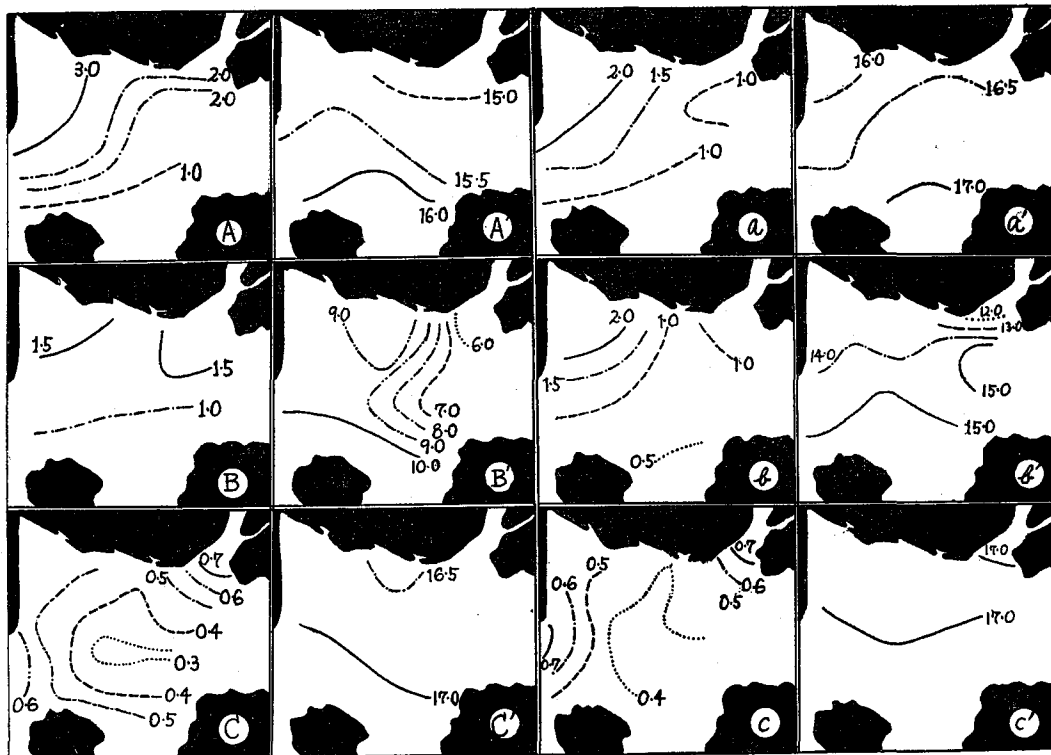


図57 小水域における濁度と塩素量による水域区分

- A, a...1957年6月落潮時 表層および1m層濁度, A'a'は同じく塩素量分布
 B, b...1957年9月漲潮時 " " B'b' " "
 C, c...1957年12月落潮時 " " C'c' " "



従って内湾における濁度による水域区分はさほど潮時に神経質にならなくともよいわけである。(但しこの場合はある程度の深さまでの平均値としてである)。

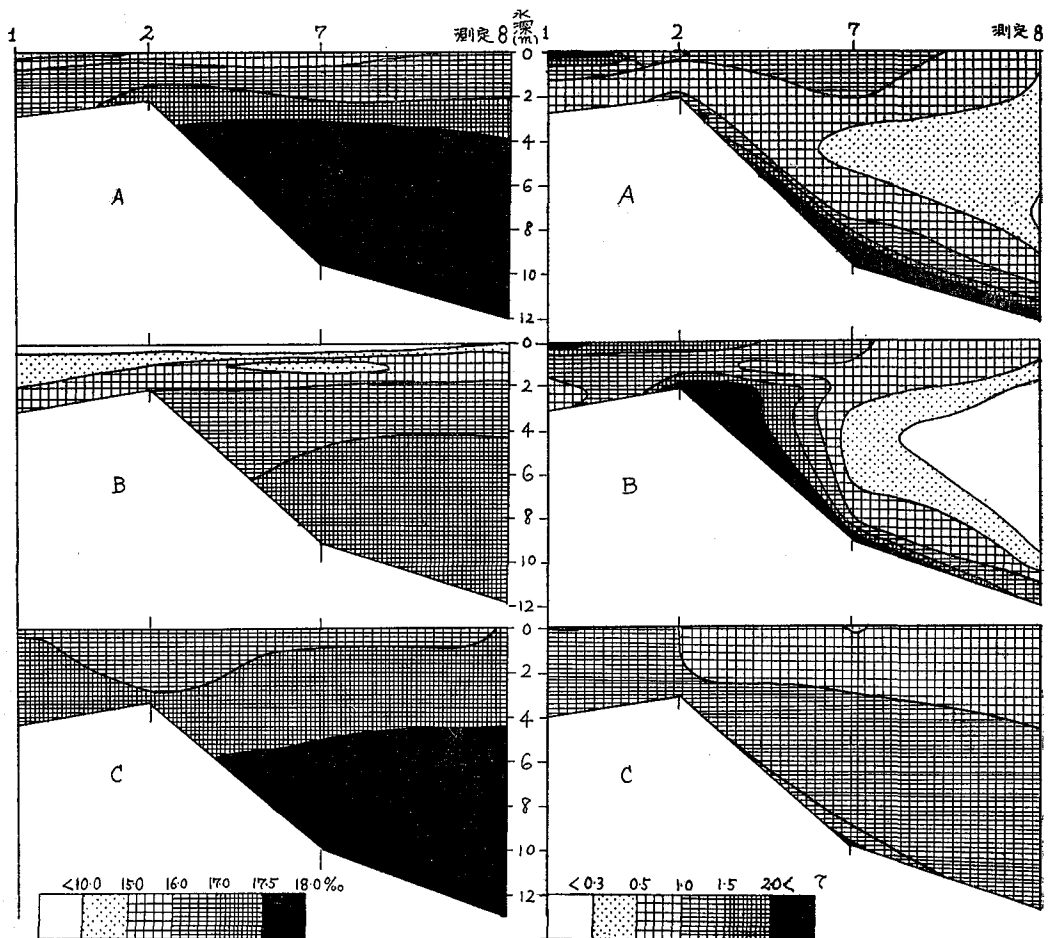
一方ある特定層での濁度分布については図56にその一例を示した。表層と中層(5m層)では濁度分布は若干の食違いが見られる。これは両層の流向流速の差異にもその原因を求めることができるが、更にその原因の一つとして海底の影響をあげることができるであろう。

かなり極限された小水域での事情については図57にその一例を示した。本水域はすでに述べた如く広島市の排水放出口にあたり、その影響について杉本、新田によって一部研究されている場所で、浅海養殖場(特にノリ、カキ採苗場として)としては内湾で一般に見られる条件のものである。

ここでも前述したように、表層、1m層ともに塩素量の分布と濁度のそれとは余り関連性が見られない。すなわち濁度の分布ではいわゆる大河下水の影響と考えられる水塊と猿猴川の影響とみなされる水塊とにその原因が認められ、外囲水とこれら水塊とが、底質帰因の濁りと相重なって、水域としての模様を描き出している。これに対し塩素量の分布は猿猴川に低塩分の供給源をもち、高塩分としては外囲水に依存する模様を形成している。従って濁度の場合の方が一般に複雑な様相を示している。

これに似た様相は両者の垂直分布にも認められる。図58は、猿猴川の延長である測点 1, 2, 7, 8 を含む

図58 猿猴川尻における塩素量(左図)並びに濁度(右図)の垂直分布
(A, B, C, は図57参照)



垂直断面である。塩素量の垂直分布は表層が低塩分で底層が高塩分の成層をなしている。これに対し濁度のそれは、大体上・下層濁、中層清の型を示し(この型は内湾で最も一般的である)、海底の影響が顕著であり、この点は全く塩素量の分布とは独立である。

以上の諸点から濁度は塩素量とは異なった分布特長を示すことが考えられる。特に浅海内湾では海底の影響が顕著であることを知った。図59もこの点をよくあらわしていると考えてよいであろう。測点1は猿猴川の中で比較的流れが強いにもかかわらず底層濁度の小さいのは底質が砂質のためと考えられる。また、底層濁度の大きい測点(測点5, 6, 7)は一般に段落ちに相当していることは重要な点であろう。いずれにしても濁度による水域区分は塩素量によって推定されるものよりも、一層多くの要因の複合として認知されることが期待される。従ってこの点で濁度はかなり良い水域特性指標といふべきであろう。

小型懸濁質乾物量の分

布図60は大体濁度のそれと一致すると考えてよいであろう。このことはすでに報告した所⁴³⁾であきらかな如く、小型懸濁質乾物量と濁度との関係は粒子径を媒介として一定の関係があることから推定される。

また、懸濁質係数の小水域での分布も塩素量のそれよりはむしろ濁度分布に近い(図61)。

一方濁度には直接関係ないが、小型懸濁質の灰分含量から見た水域特性は、これまた、他の諸要因とは別の独特な様相を示すことが推定される(図62)すなわち河川帰因と考えられる水塊中の懸濁質は灰分含有量

図59 猿猴川尻における時期別濁度垂直分布

- I ... 1957年6月25日 (落潮時)
- II ... 1957年9月18日 (漲潮時)
- III ... 1957年12月10日 (落潮時)

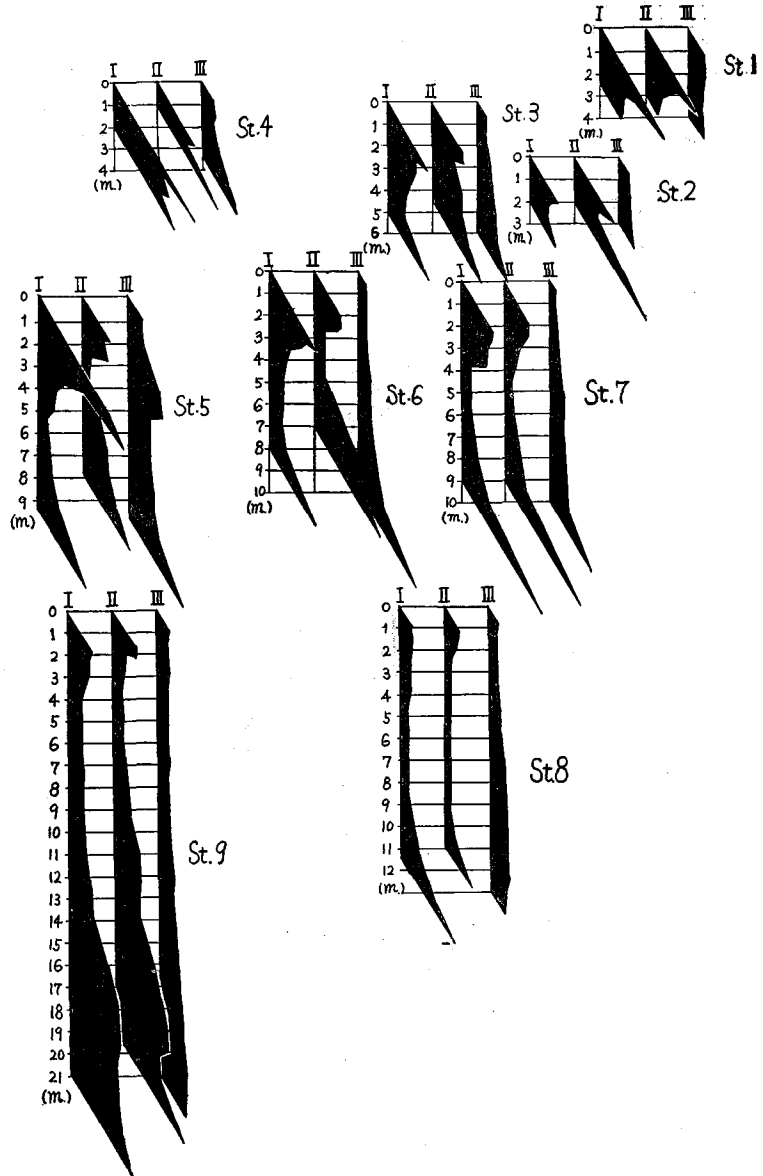


図60 小範囲における小型懸濁質の分布

(A) 1957年6月 (B) 1957年9月 (C) 1957年12月

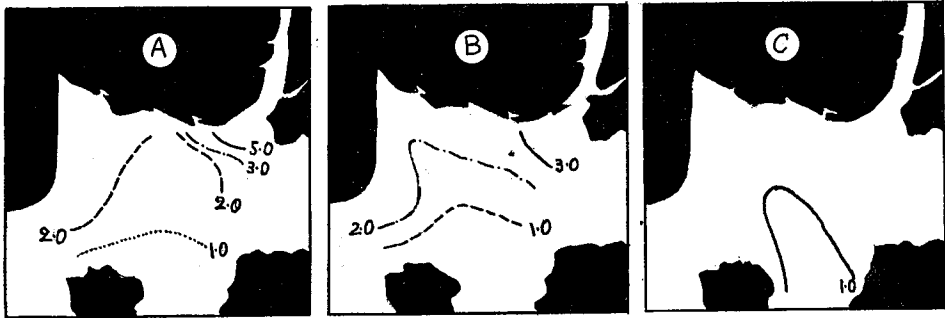
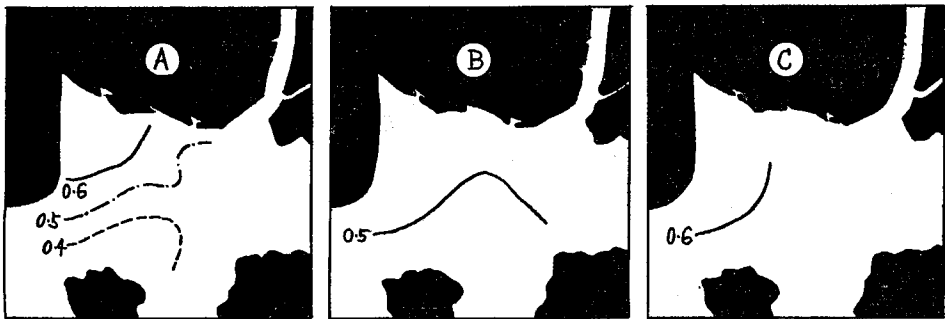


図61 小範囲における懸濁質係数の分布

(A) 1957年6月 (B) 1957年9月 (C) 1957年12月



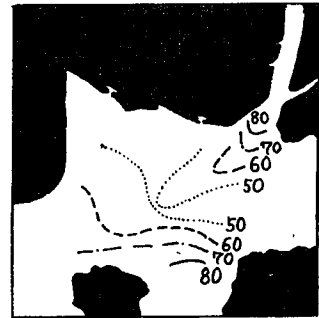
が大きい。これは前述した如く、猿猴川の河口域は比較的泥の少ない砂質の底質をもつことにも何らかの関連がありそうである。この水塊は測点6の方向に舌状に延びている。また、水道附近の懸濁質粒子も比較的灰分含量が多いが、それが如何なる理由によるものか今の所不明である。湾内は大体有機物50%以上の懸濁質を含む水塊でおおわれているのではないかと考えられる。この懸濁質の詳細については勿論今後の問題であるが、あるいはこれらがいわゆる内湾性の懸濁質で、Planktonなどの分解過程にあるもの、あるいは動物性微細粒子が多いのではないかと考えられる。

以上が塩素量の分布と懸濁質のそれとの比較検討結果であるが、これを要するに塩素量の分布は流入淡水と沖合水とに変化の根源があるが、懸濁質の場合には変化の源が単に沖岸の関係のみならず、場合によっては海底因もあり、(浅所において顕著) 特種排水などにも変化の原因があることもある。従って両者は多くの場合余り一致しない。いずれがより有効な指標であるかは直ちにうんぬんすることは出来ないが、両者の組合せによる区分は大きな意義をもつのではないかと考える。

第4項 懸濁質と降雨量との関係

懸濁質の時空的变化については前述した如くであるが、これらの変化原因に降雨が大いに関係するのではないかと考えられるので、本項において若干考察した。このことは沿岸懸濁質の起原にも触れる重要なことと考える。

図62 小型懸濁質灰分の分布



前節で見た如く、懸濁質係数にしても、懸濁質量にしても、これらの年間変化中夏期（6月～9月）が大きな値を示す。この変化の原因として第一に考えられたことは陸水の影響であった。一方本節において、懸濁質の分布と塩素量のそれとは必ずしも一致するとは限らず、特に浅所で底質の直接影響を受ける水域においては、両者は全く独立な変化をすることを見て来た。一般的に浅海内湾における海況が降雨によって影響されることは周知の所であり、浅海内湾における生物環境を論ずる際にはこの降雨の条件を無視することは出来ないであろう。

著者等は降雨量が懸濁質の変化に如何ほどの影響を示すものであるかを知るために、広島地方の降雨量と海田湾における3定点（金輪・坂・海田定点）に見られる懸濁質の変化とを対比した。なお、降雨量は旬別として図63に示した。

旬降雨量が130mm以上を示すのは1955年4月中旬、6月中・下旬、および7月上旬であり、反対に比較的少降雨量を示す旬は、5月の3旬、6月上旬、7月中・下旬、および8月上・中旬であり、さらに10月中旬より、1956年3月上旬まではすべて少降雨量期で、すべて40mm以下である。

地形の上からも、また、各種要因からも比較的特長的である金輪定点（最湾口部に位置し外囲水の通路にあたる）、並びに海田定点（最湾奥部）の懸濁質係数と旬間降雨量との関係を示したのが図64および図65である。なお、両定点とも満干潮時にわけてある。

結果的には両定点とも測定値（添数字は月を示す）はかなり散在しているが、傾向的には若干の関係があるように考えられる。特に6月中・下旬のように多量の降雨の際は干潮時にその影響は顕著である。しかし、4月のように多降雨にもかかわらず、懸濁質係数が余り大きくない場合もある。これは、あるいは6月の調査が降雨中あるいはその直後であったに対し、4月のそれは数日後であったことにも両者の差異の原因が存在するかも知れない。

以上の如く、旬降雨量と懸濁質係数との間には一般的に顕著な相関があるとは必ずしも考えられない。このことは内湾においても懸濁質係数が単に陸水により

図63 旬別降雨量（広島地方気象台資料による）

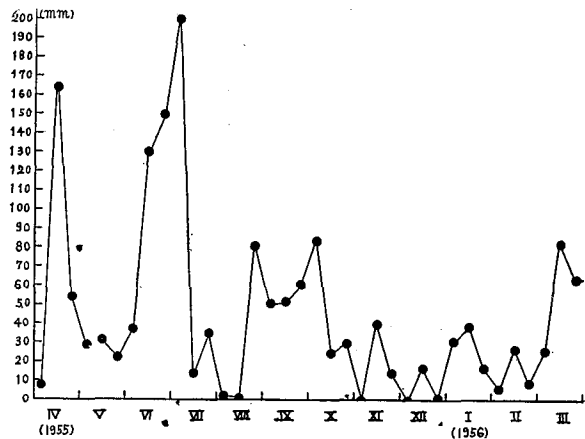
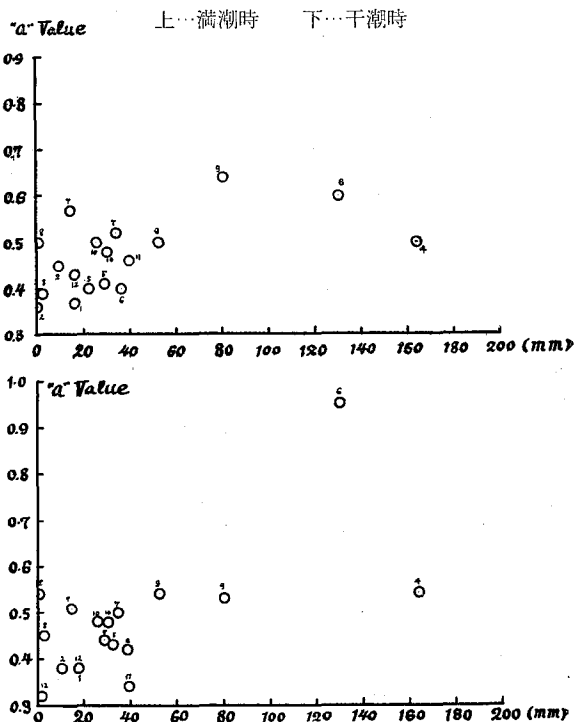
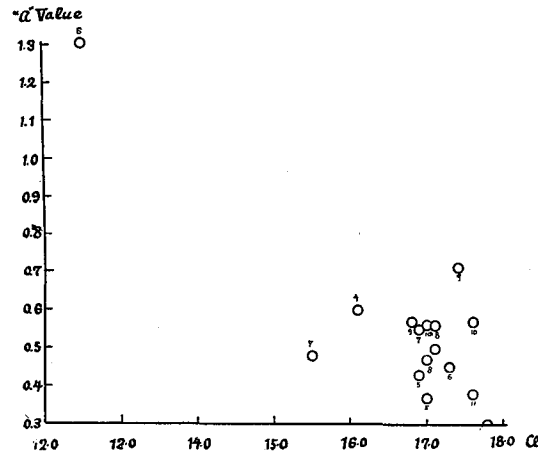
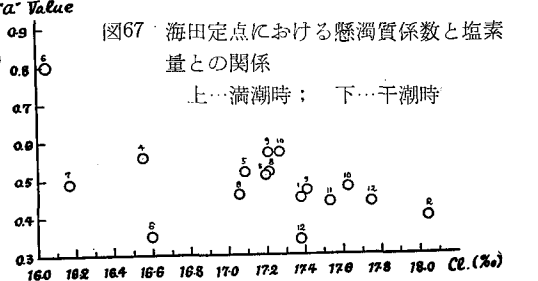
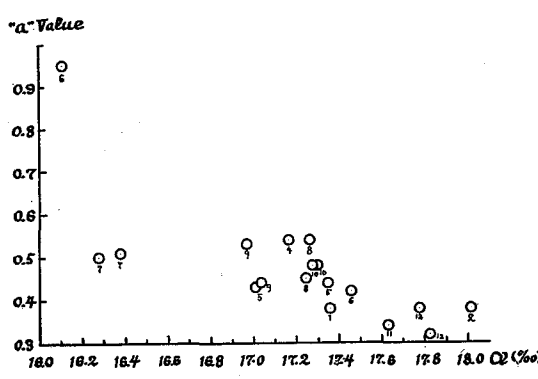
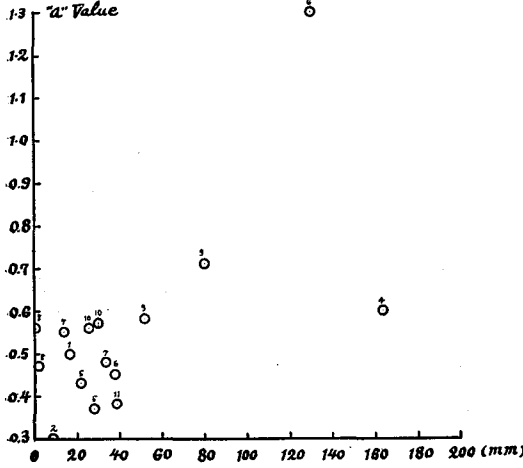
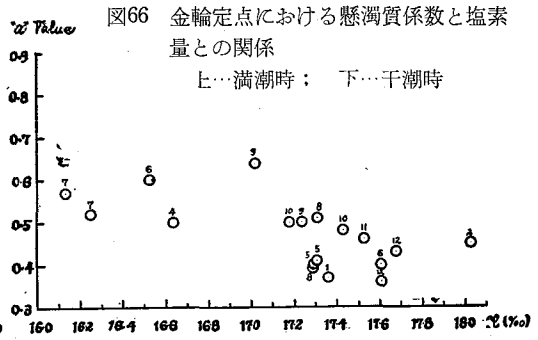
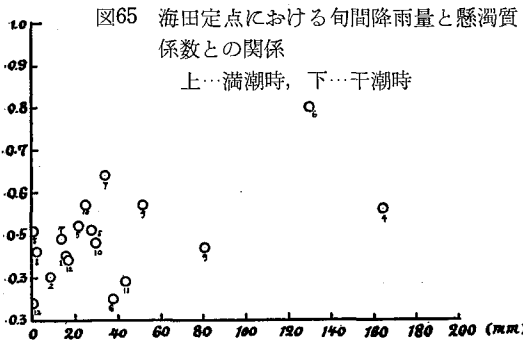


図64 金輪定点における旬間降雨量と懸濁質係数の関係





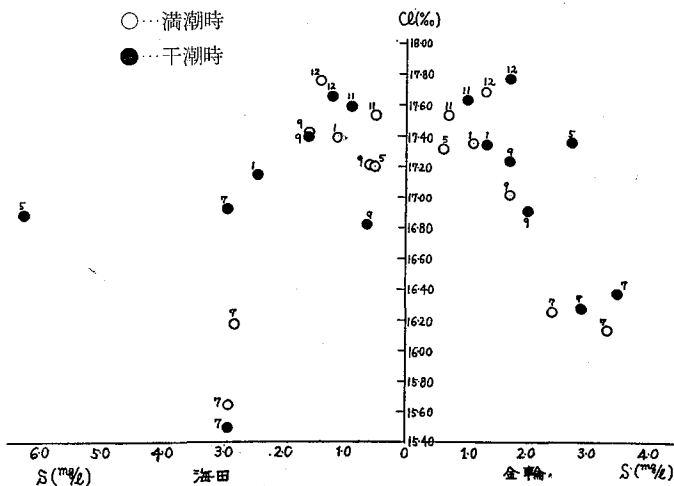
運搬される粒子のみに依存するものではないことを意味するように考えられるが、ただ今回の対比が旬降雨量をもってしたためによる結果とも考えられる。これらを更に吟味するために、懸濁質係数測定時に同時に行なった塩素量との対比を試みた。なおここで使用した塩素量は0 m~10m間の加重平均値である。

金輪定点と海田定点の潮時別結果を図66, 図67に示した。両定点とも両者の関係は大体逆の相関を予想させるが、これまた、その関係はかなりゆるいものと考えざるを得ない。

測定上の誤差あるいは加重平均を求める際の水深のとり方など、いろいろ問題はあるとしても、前述した降雨量との関係をもあわせ考えると、懸濁質係数に影響する粒子の起源が、陸水に依存することを否定するものではないが、少なくとも海自体にその起源をもつ海産 Plankton, Bacteria, あるいはその死骸、底質などの影響も無視し得ないものとする。

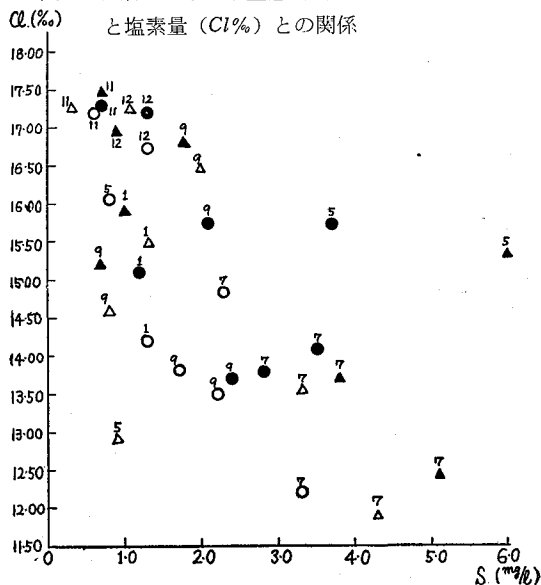
一方懸濁質の量（密度）と降雨量との関係はどうであろうか。前と同様金輪定点と海田定点とについて若干吟味してみよう。この場合直接降雨量との対比をとらず、現場の塩素量との比較を行なった。その結果は図68の通りである。この場合の懸濁質乾物量は0 m, 2 m, 10 m, 3層の平均値 (mg/l) であり、塩素量は、0 mより10mまでの単純平均値である。両定点とも大体両要因はゆるい関係が見られるようである。特に金輪定点は両者の相関が強いように見うけられる。すなわち金輪水道における塩素量と懸濁質乾物量との関係は塩分量が小さい時には懸濁質乾物量が多い。なお、満潮時は干潮時に比して同一塩素量の場合懸濁質乾物量は少ないと見てよいであろう。海田定点についても塩素量と懸濁質乾物量との関係は大体逆の関連性があるように考えられるが、金輪定点ほどの顕著さは認められない。このことは前項で幾度か述べたように、湾奥の浅所では底土の影響が直接的で塩素量とは独立の変化をする場合が考えられ、塩素量を変化させる陸水の多寡が単に陸水系懸濁質を海に運搬するのみでなく、場合によっては、降雨という気象条件が、底土を攪拌し、異状の懸濁質量を現象するためかも知れない。

図68 小型懸濁質乾物量 (Smg/l) と塩素量 (Cl%) との関係



表層における塩素量と懸濁質乾物量との関係は一層良く陸水系水塊の影響度を現すものと考えられる。これらの事情は図69に例示した。定点毎（この場合、金輪定点あるいは海田定点）について見ると、2, 3の例外をのぞくほかはかなり両者の関係は密接である。特に金輪水道の如く、底質の直接影響を受けない水域における両者の関係は顕著である。このことは内湾における表層懸濁質はかなり陸水により輸送されたものを含むということを示すものと考えられるべきであろう。このことは降雨による陸水の増加が内湾における懸濁質にかなり大きな影響を与えるということを示しているとしてよいであろう。

図69 表層における小型懸濁質乾物量 (Smg/l) と塩素量 (Cl%) との関係



以上が降雨量と懸濁質との関係を吟味した結果であるが、内湾における降雨の懸濁質に及ぼす影響は比較的早く回復するために旬間降雨量と懸濁質との関係は余り顕著ではない。雨量の多寡を大体示すと考えられる塩素量と懸濁質の質量とを比較すると懸濁質係数で表現される粒子径の大小は塩素量と大体逆の相関が見られるが余り顕著ではなく、その量の方がより高い相関をもつようである。すなわち内湾における（特に岸寄り表層）懸濁質は雨量の多寡によらずかなり陸水系の粒子の混在率が高いため、例え量的にはかなり大きな影響を示すような降雨があったとしても、その質的变化は比較的小さいものと考えられるべきではなかろうか。

第3節 浅海内湾における懸濁質の起源に関する予備的考察

著者等は第1章および第2章前節までに、浅海内湾における懸濁質の物理・化学的特性並びに、時空的分布などを主とする、懸濁質の現象面について述べて来た。

すでに述べた所であきらかな如く、水中懸濁質の研究は、いまなおその歴史は浅く、その定義すら一般のものになっていないで、その内容は、研究者のこのみにより、いろいろに定められ、必ずしも一致してはいない。この中で最も多い事例は、いわゆる Plankton をも含めた海水中の微生物とそれ以外の微細粒子を一括している場合であろう。

現在の研究段階においては、これら懸濁質を生物と無生物とに区分することすらほとんど不可能なことであり、無機・有機組成などについても、化学分析上の諸問題もさることながら、水中での採集問題も今の所未解決である。

著者等の立場については緒言で述べた如く、Plankton などを含む海中の微細粒子全体を考察の対象として来た。従って前述の如き諸問題を内包していることはこれまた例外ではなく、従って今まで述べて来た懸濁質の物理・化学的諸特性にしても、各種現象面にしても極めて概括的な点が多く、いわば、その各論的な各種組成に関連する懸濁質の生成・消滅などについては、全く今後の研究にまたざるを得ない所である。

このような事情下にあつて、浅海内湾における、懸濁質の起源を探索し、それらの生成消滅の姿を定量的に把握することは極めて困難なことであり、場合によってはほとんど不可能なことかも知れない。

海水中に存在する有機懸濁質 (Organic Suspended Matter) に関しては、それがいわゆる Plankton と関連づけられるということから、若干の業績が報告されている。その中でも辻田の研究は極めて興味あるもので、氏は、海水中に存在するすべての有機懸濁質、(それが例え如何に大型なものであつても、また、逆に極めて微細なものであつても) は Plankton に原因することを、電子顕微鏡を中心とする検鏡方法により^{64), 65), 66)}明らかにした。それと同時に、これら有機懸濁物の海洋生態学的意義についても述べている。西沢・井上は東支那海における調査結果として、懸濁質 (Suspended detritus) は Phyto-plankton の分解物が主であると報告している。N. G. JERLOV⁶⁸⁾によれば、海水中の懸濁質の主な供給源は2つあり、その1つは海の表層で、そこでは光合成による有機物の生産が見られ、他の1つは陸上起源のもので、それらは陸水あるいは風によって、はこび込まれるとしている。

このように海水中の懸濁質は抽象的には海自体にその起源をもつものと、陸上 (海底をも含めて) によるものとに2大別できるわけであるが、著者等の場合、すなわち浅海内湾における Suspension feeder の餌料環境として専ら浅海養殖の立場において懸濁質を考察するものにとつては、今少しく詳細な区分を必要とする。すなわち例えば海中の有機懸濁質が、主として Plankton 起源であるとしても、それが、一度海底に沈下し、二次的に攪乱されて浮上した場合は、一応底質起因と考えた方が、よいように考えられる。著者等が本節でいう懸濁質の起源とはこのような意味である。

懸濁質係数により、あるいは濁度と乾物量により求めた平均粒子径の大小では、一般に沖合の方が大きく、沿岸性を増すにつれて小さくなる。このことは一つの内湾における年間変化にもあらわれ、塩素量の変化と大体逆の関係がある。いわゆる Plankton の大きさが沖・岸によって如何なる関係があるかは、にわかに云々するわけには行かないが、少なくとも、普通の状態では Net-plankton は、照度にも濁度にも余り大きな影響がなく、むしろ無視し得るので懸濁質係数にしてもそれが現す粒子径の大小は 100μ 以下の、著者等のいう小型懸濁質に相当するものである。しかも若干の調査結果から推定すれば、その大小も数 μ と10数 μ の差程度で、(図70および図35) この差が、それら異なった水塊 (沖・岸水塊) に特有な生物群によって起こる (種類の差は若干認められる) ものか否かはかなり問題があり、降雨量との関係が若干見られること、底質の影響が粒子径を小さい方向に作用すること (第2章第1節) などを考慮すると、沖・岸水塊とも生物起源の粒子径には大差ないが、岸の懸濁質には、粘土などを主とする、無機粒子 (陸岸乃至は底質起源) が混入するため、全体的には岸近くの懸濁質径が相対的に小さいのではないかと考えられる。このことは沿岸性の強い水域の懸濁質の灰分含有率が高いことから推定される (表21) すなわち著者等が考察の対象として

いる浅海内湾においては、かなりの無機懸濁質が混在しており、これらの大部分が陸上起源ではないかと考えられる。勿論場合によってはかなり遠方までその拡大が見られる場合もあり、N. G. JERLOV⁶⁹⁾によれば、アドリヤ海においては河川の影響は約80kmにも及ぶといわれており、著者等のいう沖合にも相当する水域をも充分包含している。この時の粒子径別傾度分布は2~5 μ の所に山があるといわれており、大体われわれの沿岸水域での結果と一致する。

海田湾における有機懸濁質の年間変化は、全懸濁質乾物量あるいは濁度の年間変化に平行する。すなわち夏期高密度で冬は低下する。また、湾奥部が特に有機懸濁質に富むとも考えられず、逆にむしろ少ない傾向すら見られることは、例え浅海内湾

であっても有機懸濁質に関するかぎりその起源は生物群にあるのではないかと考えられる。勿論かくはいうものの、ある原因によって、その水域の底質が極めて多くの有機物を含む場合は、このかぎりではない。何となれば、すでにいたる所で述べた如く、浅海内湾においては、干満潮流によってかなり攪拌が行なわれ、特に浅い水域では、底質の影響が無視されないからである(図29)。

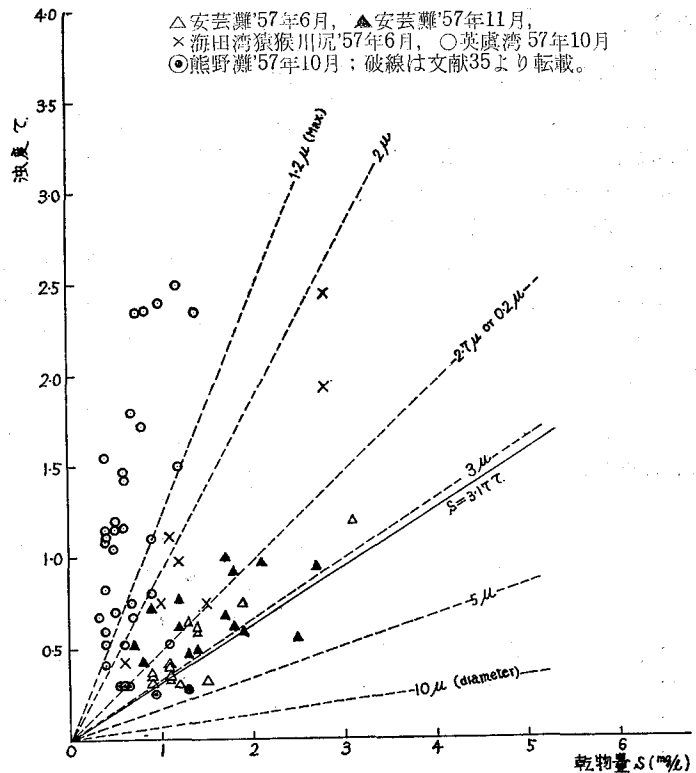
生・無生の区分については今の所全く手がつけられずにおかれている。この面からの懸濁質の起源に関する論議は全くできない。

Chlorophyllの測定から Phyto-plankton⁶⁶⁾を推定する、いわゆる色素法による調査結果にはいろいろの問題が介在しているとはいえ、ある程度の論議には耐えるであろう。

著者等の得たこの面での結論は、いわゆる Chlorophyllをもつ懸濁質の量は全懸濁質量に比較して極めて少なく、大体10%以下と考えてよいであろうということである。このことは、仮りに有機懸濁質が Phyto-planktonに依存するとしても、分解過程のもの存在が多く、生きた Phyto-plankton量は比較的少ないことを意味する。勿論現実にはこのような簡単な組成ではなく、生物体でも Bacteriaあるいは微細動物も生活しているであろうし、それらの死骸なども混在しているにちがいない。しかしいずれにしてもいわゆる Phyto-plankton量は余り大きな餌料源とはなり得ないことだけはたしかである。

以上極めて雑薄な推論ではあるが、浅海内湾における懸濁質中、無機懸濁質の起源は主として陸岸にあって、懸濁質粒子径の上で沿岸性のものほど小さい原因をなしているのではないかと考えられる。これに対し、いわゆる有機懸濁質の起源は海自体の主産にあり、陸岸に対する依存度は少ない。ただこの場合注意すべきは、普通の条件での Phyto-plankton量は総体の有機体量中に占める位置は比較的小さいことであろう。従って今後 Suspension feederの餌料環境を追究する場合に重要なことは Chlorophyllをもたぬ微細生物群の把握と、各種有機体の分解過程の究明であろう。

図70 濁度 (τ) と小型懸濁質乾物量 ($S\text{mg}/\ell$) との関係



第2編 懸濁質より見た貝類養殖場の特性について

(貝類養殖適地の指標に関する研究)

第1編においては主として、浅海内湾における懸濁質の調査・測定法をはじめ、物理・化学的諸特性、あるいはその時空的分布など、概して浅海内湾における懸濁質の基礎的部分に関する事項を、いわゆる Suspension feeder の餌料環境という立場において述べて来た。

本編においては、かくして得られた浅海懸濁質に関する基礎的諸事項並びに若干の物理・化学的諸要因とにより、現在貝類養殖場として使用されている水域を調査し、それらによって得られた結論と、養殖生産との対比のもとに、現象的に貝類養殖適地の環境指標を求めようとしたわけである。

すでに緒言でも述べた如く、貝類養殖適地に関する研究は極めて多く見られるが、その間にあって餌料環境を中心とするものは甚だ少ない。このことは貝類の摂餌習性に関する知識の不足はもとより、それ以上に海水中の懸濁質の調査測定法の不明が大きな原因をなしているように考えられる。

最近行なわれた貝類養殖適地調査の多くはかなり多くの項目の上に実施されていることは事実である。H. W. WELLS⁷⁰⁾ はアメリカ大西洋岸の重要貝類である *Merceuria merceuria* の分布を規定する主要因の探索に Bottom type (泥粒組成をもつてする)、底層流速、藻類の景観、水温、水深、漁獲努力を取りあげ、その結果として Bottom type と、流速とが重要な要因であることを報告し、藻類の有無、水温なども若干関連性が見られるが余り強くないとしている。P. KORRINGA⁷¹⁾ はカキ養殖場として使用するための水域調査としては是非考慮しなければならない事項として次の諸点をあげている。

1. 浮游稚仔の分布状態およびこれから来る採苗方法
2. 在来種の種類と、産業化できる種類の決定
3. 該種類の稚貝時における識別法の確立
4. 優れた種類の生産を確保するための調査
5. その水域の餌料量は産業的養殖に耐えるか否か
6. 底質はカキ養殖に適するか否か
7. その水域が地蒔底質でない場合の考慮
8. 害敵の問題およびその防除策
9. 優良種の移殖の可能性および現地採苗の可能性
10. その水域は基本的に採苗地として使用すべきか、身入れ場として使用すべきか

これらは純経済調査をのぞいたすべてにわたる配慮であって、現実にもくしたものである。しかしこれらの各項目はそれぞれが一つの課題であり、かなり困難な問題を内包している。著者等の場合は主として2項、5項および10項に関係する。

Plankton の性状から漁場構造を明らかにしようとする試みはかなり古くから行なわれて来たが、この場合の Plankton はあくまでも一つの生物指標であって、餌料的意義は少ないのが普通である。一例として下村は Plankton の性状から七尾湾での養殖・増殖・適性を判定することを試み、その結果当湾は暖海性・中栄養性の海湾である。従って養殖あるいは増殖上、特に外来性種を移入する場合には、温帯性種を対象として利用すべきであるとしている。

以上いずれの研究も適地要因としては、かなり複合されたものを用いられ、単一指標例えば水温とか塩分とかの如きは使用されていない。このことは環境に関する最近の生態学の水準と全く同一の所にあるということが出来る。

著者等のいう懸濁質についても、第1編で見た如く極めて複雑な内容をもっているものである。すなわち、それ自体かなり複雑な物理・化学・生物学的諸要因の結合結果を内包するものであって、この意味ではかなり高次の指標として考えられるであろう。

著者等は本編において主としてカキ養殖場、真珠養殖場について、その構造を論じようと考えている。こ

の際明らかにしておきたいことは、すべの漁場についてすでに前編で述べた海田湾程度の分析が望ましいわけであるが、時間的にも空間的にも不可能なことである。調査の回数あるいはその取りあげた項目については、調査漁場毎に区々であり、一般に遠距離のものは十分な調査を行ない得なかった。これら調査不足の点は、出来るだけ前編で得られた知識を拡大適用したと同時に他の研究者の結果を援用した。それでもなお且つ十分な考察を行なうまでには至っていない部分が多い。これらは機会を得て今後更に詳細な調査研究を行ないたいと考えている。特に本研究で不足していると考えられる、養殖生産状況の把握は、それがための組織もなく、業者自身、生産技術上の秘密もあって実態を知られることを極度きらいする場合もあり、これらの不足補充をすることは急には不可能なことであろう。従って、これら生産状況については、専ら数量的表現をさげ、単に良否をもってした。これらは、いわゆる適地環境調査の進展に伴い、それに応じて今後解決しなければならない点であろう。

なお、本研究の現段階は養殖場適地の質的標示が主体をなし、その水域の生産量を推定するものではなく、養殖場の構造についても同様である。

これらについては更に有効餌料量の推定、生産量の適確な把握などの面を通し将来発展させようと考えている。

第1章 貝類養殖場の特性区分調査の基礎となった貝類の摂餌習性の概要

貝類養殖場は単なる水域ではなく、そこは一つの価値生産の場であり、この意味では、自然科学的側面と社会科学的一面との総合のもとに成立している。従って、貝類養殖場の特性区分にあっても、それを完全に行なうためには、両面からの考察が必要である。しかし、現在の養貝技術はいまだ十分に完成されておらず極めて自然に露出しており、養貝経営全体が、生産技術の良否に依存している場合が多い。著者等が特に漁場の自然科学的の特性の究明をとりあげた理由も全く上記諸点による。

貝類養殖場の自然科学的の特性といっても、単にその水域での物理・化学的諸特性、あるいは海洋学的特長の羅列ではない。これらは養殖場特性の与件には間違いないが、それら与件の集積のみでは真の特性把握は困難であろう。これら与件が、養殖場の特性となるためには、それらが生産主体である貝類によって濾過される必要があろう。ここに養殖場の特性調査に対象生物群の生理・生態学的知見の必要な理由が存在する。

対象生物群の生理・生態学的知見については、これまた、極めて多種多方面にわたる事項が含まれることは当然であるが、現実の養貝にあってはすでに各種の社会的制限が附与され、必ずしも、対象生物群の生理・生態学的研究結果を完全に充当し得るものではない。また、養殖自体が、自然に極めて露出しているとはいえ、他の水産分野には見られぬ人為的生産管理が附加されており、全くの自然界に見られる生産環とは異なり、むしろ自然の Ecosystem に人為的な生産環を合目的な形において挿入するものであって、養殖技術なるものはこの人為的生産環の挿入の仕方に関連すると考えてもよいであろう。ここに養殖の基礎を提供する生理・生態学的研究が単なる一般的な貝類に関する生理・生態学的研究とは若干異なる色彩をもつ理由が存在し、無限の自由度のもてない点がある。

生産的に見た場合の貝類の特長は、それらの環境が供与的であるということであろう。従って貝類の生物学的成長増重に依存する養貝業においては、如何なる時期に如何なる環境を供与するかの問題に等置されるであろう。ここに貝類それぞれの生活上における環境の撰択性を明らかにすると同時に、それに応ずる環境調査の具体的方法の確立が必要となる理由がある。

一方現実の養貝業を見ると、その経営形態が如何なるものであっても、それぞれの使用し得る漁場には制限があり、その上極めて特別な例をのぞくほかは漁場の改造はほとんど不可能である。このような条件下において合理的な管理を行なうためには、与えられた漁場の特性を十分に把握し、垂直、水平の移動をそれに応じて行なうことが重要である。

著者等はこのようなある程度の知識のある水域においては水温は貝類の生理には重要であるが、すでに業者によっても充分注意されている点で余り問題視していない。また、前述したような P. KORRINGA の指摘を全面的に検討しなければならないような、いわば貝類養殖にとって全くの処女水域というものは本邦に

においては極めて少ないであろう。このような事情のもとで特に重要な条件は、棲息制限因子では塩分濃度であり、成長因子としては有効餌料の問題であろうと考える。

貝類はそれぞれの好適塩分濃度をもっていることはよく知られている所であり、特に真珠養殖においては、この塩分濃度の問題は冬期水温と同時に重要な漁場条件として新規漁場開拓には必ず調査されて来た。カキ養殖においては真珠養殖ほどに注意されていないが、最近島嶼水域における採苗の点で注目されて来ている。

古川・小林（未発表）の研究によれば、カキ、アコヤガイの吸水量は一定温度のもとではかなり塩分濃度によって影響され、それぞれには好適な濃度範囲がある。この範囲は、貝類がおかれていた前歴がかなり重要な条件を形成し、今の所塩分濃度と吸水量との関係を数量的に云々する段階に到達していないが、少なくともカキとアコヤガイでは後者の好適範囲は高塩分の所にあり、その範囲の中は狭いようである。

一方貝類は海水中の粒子を摂取する際ある程度の選択力をもっているようである。その中で最も顕著な選択現象は粒子の大きさによる場合であろう。

著者等はハマグリ *Clearing activity* の測定から、この貝にもある程度の粒子径による選択性のあることを明らかにした。

ここではその概略を他の研究者の業績と一緒に述べる。

実験水温はいずれも 20°C であり、使用した懸濁物は Paint L. Y, Paint C. G, および墨汁である。得られた結果は一括して表45に示した。なお、使用懸濁物の特性は表46に示してある。使用貝類は大分県産ハマグリである。墨汁を使用した場合の実験では、懸濁液にハマグリを投入する前と、実験終了後取り上げる時（約3時間後）の濃度には差が見られなかったので表からは除外した。しかし、この場合でも消化管内には墨汁が認められているので、摂取されていることはたしかである。これら極微細粒子の摂取については別に後述する。

表45 ハマグリ懸濁質濾過率と粒子径との関係

懸濁質の種類	使用貝の大きさ		最初の濃度 (PPM)	濾過率 (ℓ/hr)		
	生肉重量 (g)	殻長 (mm)		貝個体当	生肉 1g 当	
Paint. L. Y. (平均粒子径: 3μ)	大型ハマグリ	10.5	61.8	47.79	2.41	0.229
		12.5	63.8	46.83	1.27	0.102
		10.0	60.1	51.31	2.46	0.246
		12.0	64.9	51.31	2.71	0.226
		9.5	60.3	53.82	1.33	0.140
		10.5	56.5	59.22	3.04	0.289
		8.5	55.0	52.84	2.86	0.336
		7.5	51.2	58.02	1.31	0.175
		5.5	50.5	54.70	4.28	0.778
	7.5	57.5	50.42	4.99	0.665	
平均	9.4	58.2	52.63	2.81	0.32	
小型ハマグリ	4.0	39.7	53.43	1.07	0.268	
	5.0	46.1	52.45	1.66	0.332	
	5.7	48.8	48.41	2.83	0.496	
	5.3	45.8	50.86	1.92	0.362	
	4.9	47.0	50.86	3.38	0.690	
	5.5	47.9	51.31	3.05	0.555	
平均	5.1	45.9	51.22	2.32	0.45	
Paint. C. G. (平均粒子径: 1μ)	大型ハマグリ	9.5	59.2	55.83	0.64	0.067
		8.5	56.1	58.20	0.46	0.054
		12.5	65.2	55.53	0.60	0.048
		8.5	57.0	60.00	0.86	0.101
		10.0	55.0	60.00	0.73	0.073
	平均	9.8	58.5	57.91	0.66	0.07
小型ハマグリ	4.0	42.5	52.80	0.98	0.245	
	4.1	46.3	49.35	0.30	0.073	
	4.0	45.5	54.38	0.85	0.213	
	3.0	41.0	54.38	0.80	0.267	
	3.5	40.8	52.80	0.68	0.194	
平均	3.7	43.2	52.74	0.72	0.20	

表46 懸濁物の特性

懸濁質種類	組成内容	平均粒子径 (μ)
Paint L. Y.	BaCrO ₄	3
Paint C. G.	Prussian blue Lead Chromate	1
墨汁	Carbon	1>

濾過率の求め方は、多くの研究者が使用している、次式を適用した。

$$m = \frac{(\lg \text{Con. Co} - \lg \text{Con. Ct}) M}{\lg t}$$

但し m は求める濾過率で、単位は $l/hr.$ で示した。Con. Co は懸濁液のある時間における濃度、Con. Ct はそれより t 時間後の濃度、 M は飼育水の全量である。実際の計算にあたっては図71に示すような減少曲線での直線部を使用した。

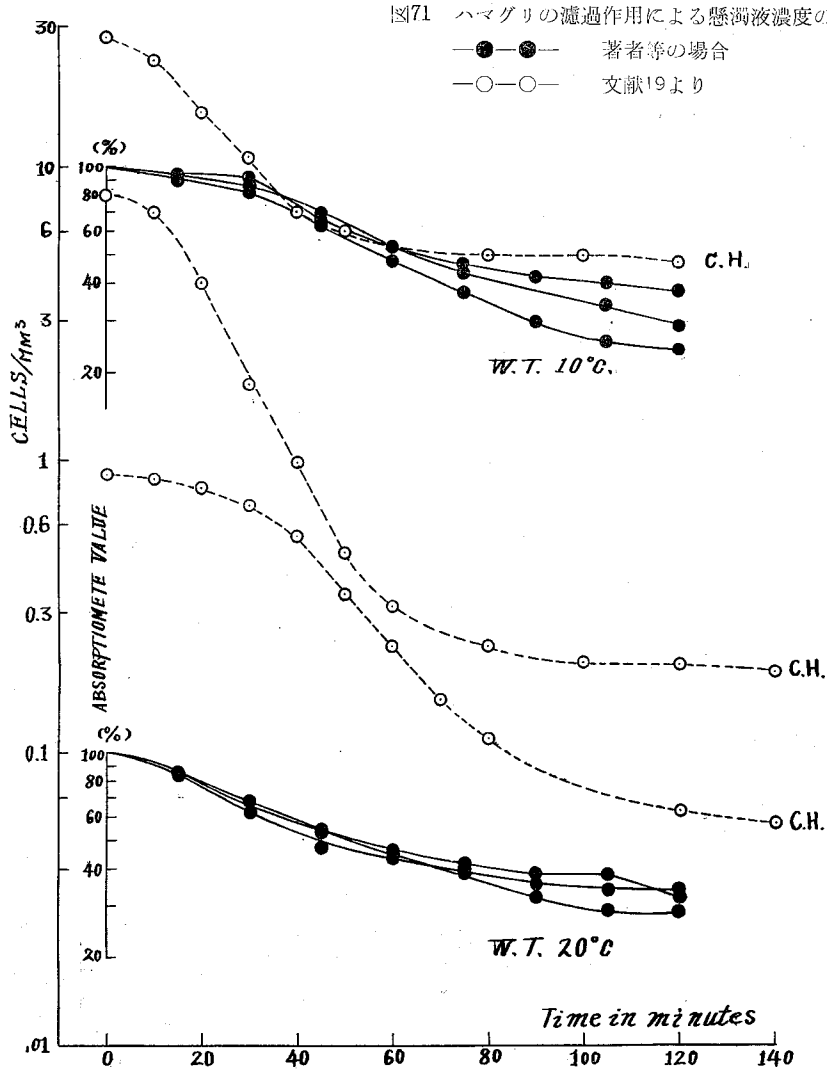


表45から、粒子径の大きい Paint L. Y. (平均 3μ) を使用した場合の濾過率は小さい粒子 Paint C. G. (平均 1μ) の場合に比較して大きな値を示している。この傾向はグラハイトを使用した時のカキでの結果と一致するし、*Venus mercenaria* に対する *Chlorophyceae* および *Bacillariaceae* の影響を見た T. R. RICE. & R. J. SMITH⁷⁴⁾ の結果とも大体類似である。同様のことは V. L. LOOSANOFF²¹⁾ がカキ (*O. virginica*) について行なった研究結果にもみられる。ただ注意すべきは、すべての人の結果が必ずしも同一傾向にあるとは限らぬことであろう。D. BALLANTINE & J. E. MORTON²⁰⁾ の結果では *Lasaea rubra* は $1 \sim 50 \mu$ までの大きさの Plankton 11種については濾過率とその大きさの間には何ら規則的な関係は見られず、ただ

Plankton の大いさとは別に *Gymnodium veneficum* の如き毒性のあるものについては明瞭な撰択性を示したと報告している。このような結果を如何に理解するかは、なお多くの業績の集積を必要とするであろうが、あるいは貝類によっては粒子径による撰択性の範囲が異なると同時にその適当な径の範囲の中にも特長があるのかも知れぬ。これらについては目下研究中である。

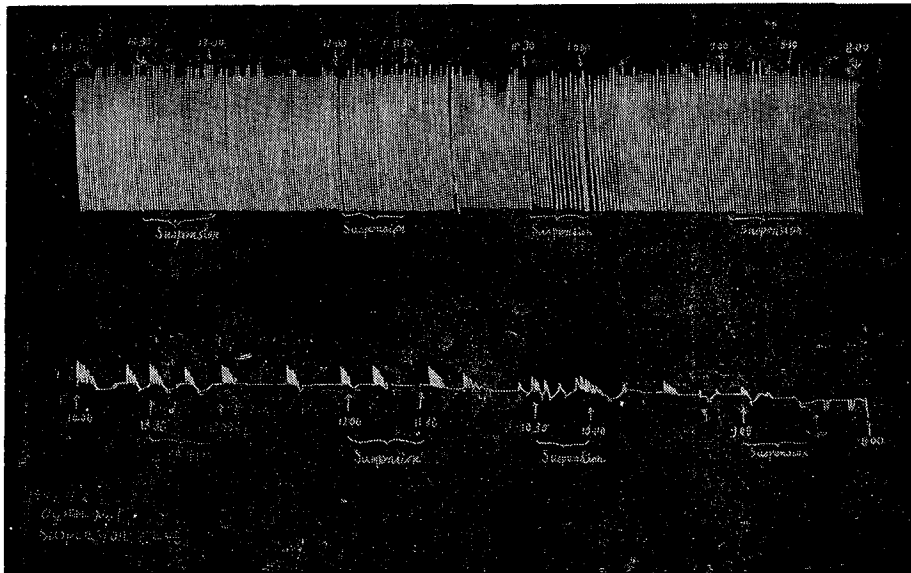
次に貝類（ハマグリ）の大小（同一場所で採捕したものであれば一応年齢の差と見做し得る）によって粒子を保留する能力が相違するか否かの問題である。大型粒子の場合では個体当りで見ると大きなハマグリがより大きな値を示しているが単位重量当りでは、小型のハマグリが大きな値を示している。このような傾向は一般に認められている所で *Venus mercenaria* の例でも同様な結果を得ている。ただここで注意すべきは、小型懸濁質（Paint. C. G.）の場合である。この場合は、個体当り、単位重量当りともに小型ハマグリの方が大きな値を示す傾向が見られる。すなわち小型ハマグリの方が小型粒子に対する保留能が優っているように思われる。勿論本実験のみで結論づけることは、あるいは危険であるかも知れないが、同一種類においては、小型（一般に若年と考えられる）のものは大型の貝類に比較して、小型の懸濁質を摂取し易い体構造をもっているのではないかと予想される。このことは稚貝分布と成貝のそれとを考え合せると興味ある事柄である。

墨汁中の Carbon (1μ 以下) は余り Clearing されなかつたことは前に述べた所であるがその理由については明らかではない。貝類は、鰓の表面に分泌される Mucous や Gill pores を変えることにより極めて小型の粒子をも保留することが出来るといわれている。しかし実験的には上で見た如く、小型懸濁質の方が保留される率は悪いようである。この現象に対する最も簡単な解釈は、“ある貝の濾過機構は余り小さな粒子を保留するようになっていない、第2にはある大いさの粒子の存在する水中では、それに刺戟されて吸水量自体が多くなり結果的には多くを保留することになる”ということであろう。しかしいずれが主であるかはかなり困難な問題である。

著者等はカキを使用しての Apron Method による吸水量の測定実験中、使用懸濁液の粒子量 (P. P. M)

図72 懸濁質のカキ吸水量および開殻運動におよぼす影響

上段は吸水量、下段は開殻運動を示す、数字は時間、Suspension とは懸濁質注加を意味する。



* 使用懸濁液はカオリン濁液である。その大略平均粒子径は C—No. 1 液で 5μ 、C—No. 2 液で 10μ である。

と排水量およびそれに含まれる懸濁質量 (P. P. M) とを測定したが、かなり興味ある結果を得た。図72はその実験結果の一部である。本図でも明らかのように吸水量は懸濁質の添加により若干低下する。また、懸濁質濃度が高い時 (10.00^h ~10.30^h) の調殻運動はかなり異常を示す。これは糞の排除のためのようである。さらに注目すべきは、排水中にかなりの懸濁質が存在することであり、その排出率は、粒子径の小さいものほど大きい傾向が見られることである (表47)。なお、この程度の粒子径の差異は排水量に余り大きな影響を示さないようであり、それよりは濃度差の方が大きく作用する。

以上の実験の範囲内ではカキは余り小さな粒子の保留能は高くなく、吸水口より入れたこれら微細懸濁質の一部は海水とともに排水口より放出する。これは主として濾過機構によるのではないかと考えられる。いずれにしても貝類には粒子径による懸濁質の選択能があるように考えられる。しかも貝の種類によってそれぞれの好適粒子径の範囲があるように考えられるし、同一種類については、一般に若年貝は小型懸濁質の保留能が老貝より強いように思われる。

有効餌料量の推定については、勿論懸濁質の好適粒子径のみが明らかになっただけでは不十分であり、それら粒子組成別化学成分が現実の海中にある懸濁質について求め得なければならない。このことは前編でも若干触れた如く極めて困難なことで、直ちに各種養殖場について求めることはできない。そこで著者等は有効餌料量を中心とする養殖場の適否判定に先だて、まず少なくとも養殖場における懸濁質の粒子径を求め、次いで、懸濁質濃度を適当な方法により決定し、できればこれら懸濁質の化学的特性 (有機物含有量) を求めようとする。

以上の如き著者等の貝類養殖場調査に関する基本的考え方に対応する具件的な調査項目は大体前編の中から次の如きが撰出されるであろう。すなわち

- ① 貝類の粒子径による懸濁質の選択能に対応する海中での懸濁質粒子径の測定としては、懸濁質係数^(a)乃至は、Mie の法則より推定される。この中でも懸濁質係数は測定の簡易さが時間的にも空間的にも、変化の大きい貝類養殖場の調査には好適と考える。
- ② 海水中の懸濁粒子密度の大小が、一応貝類餌料の多寡に関連するものと考えれば、それに対応する測定法としては、海水濁度乃至は小型懸濁質の採集測定法があげられるであろう。濁度測定はその測定上の簡易さから極めて便利なものであり、その測定値から更に懸濁質量の絶対値を推定する方策も確定されている⁽⁵¹⁾。一方懸濁質の採集測定法は、懸濁質量の絶対値を求めるのには都合がよいが、例え Membrane filter の如き進んだ濾過材を使用するとしても、かなりの手数を必要とし、詳細な調査には今の所不適である。
- ③ 貝類に対する懸濁質の栄養上の諸問題に対応する有機懸濁質の測定については、前編において、有機燐の測定、Powder Method による有機懸濁質の定量、灼熱減量法などについて述べたが、いずれも①、②の項に対応する簡便な方法は得られていないが、その中でも灼熱減量法は一応使用に耐えるものとする。

表47 カキの懸濁質粒子径別排出率

懸濁質の種類	カキ番号	全重量 (g)	生肉重量 (g)	懸濁液濃度 (PPM)		排出率 (%)
				吸入水	排水	
小型カオリン (平均粒子径 5 μ)	No. 1	38.5	8.5	64	38	59
	No. 2	57.5	15.0	28	9.2	33
	No. 3	39.5	10.2	24	8	33
	No. 4	46.5	13.5	42	12	29
	No. 5	48.9	9.9	29	12	41
平均						39
大型カオリン (平均粒子径 10 μ)	No. 1	42.8	6.4	50	14	28
	No. 2	37.5	8.3	24	3	12.5
	No. 3	43.7	6.1	80	17	21
	No. 4	34.7	5.2	42	10	24
	No. 5	34.3	4.6	26	5	19
平均						20.9

④ 一方直接懸濁質には関係しないが、塩素量の大小が、貝類の吸水量（一応摂餌の前提として考える）にかなり関係することから、生活環境の一要因としてと同時に、塩素量が沿岸性の一指標としてもつ価値とを考慮して、漁場水域特性⁷⁶区分の一要因と考える。

⑤ 水温は貝類の生理・生態に極めて大きな影響をもつものであるが、本邦における貝類養殖場については、すでにかんがりの吟味がはらわれており（完全であるとは勿論いえず、今後の問題も極めて多い）、養殖場を考える際には一つの前提として取りあげられているので、一応本研究ではこれを取りあげなかった。

本編においては以上の事項にもとづき、カキ養殖場、真珠養殖場を中心に貝類養殖場の特性を吟味したいと考える。

第2章 カキ養場について

浅海貝類養殖の主位を占めるカキ養殖は、それぞれの地域的特性を生かしながら多くの技術的改良を経て今日に到っているわけで、^{(5)*} いずれの方法がその地域にとって最良のものかは一概に云々し得ない点がある。

養殖方法の詳細についてはここに述べるつもりはないが、一般に使用されているものは簡易垂下養殖法（一名杭打養殖法）、垂下養殖法（筏養殖法）であり、このほか、極めて稀ではあるが、築建養殖法、地蒔養殖法が見られ、地方によってはこれらの改良型、変型されたものが採用されている場合もある。

広島地方における養殖作業過程を概括すると、いわゆる1年カキ（若）と2年カキ（ふるせ）とでは若干相違するが、春の養殖準備および出荷、夏の採苗、沖出し、秋冬にかけての身入れ収穫出荷で、それぞれの作業内容はかなりの差異が見られると同時に、作業場所も異なるのが普通である。陸上作業を除外すれば、あとはすべて漁場で行なわれる。なお、漁場は大きく2分され、その一つは採苗、抑制を中心とする種場（採苗場）であり、他は成長身入りをはかる養成場（身入れ場）である。

従ってカキ養殖場についていろいろ考察を進めるためには、少なくとも採苗場と養成場とに区分して考える必要があろう。

本章においてもこの観点にたつて論を進めた。なお、本章でとりあげた養殖場としては、東北地方沿岸で松島湾・万石浦、日本海沿岸で舞鶴湾・中海、瀬戸内海では広島湾である。このほか浜名湖・矢野湾などの調査も実施したが、カキ養殖の実態が不明であったために略した。

カキ養殖場としてのある水域の構造を明らかにするための調査は、必ずしも年間を通して行なう必要はない。なぜならば、すでに述べた如く最近の養殖ではその水域が必ずしも周年にわたってカキ養殖の目的に使用されるとはかぎらないからである。採苗場乃至は種場について見れば、そこは主として6月より8月頃までの比較的短期間の事情を明らかにすることが重要なことであるし、養成場については、9月頃より3月頃までの調査が重要であろう。

しかし、本章でとりあげた各湾調査は必ずしも前述した通りに実施されてはいない。これは現在の著者等としては時間的にも距離的にもやむを得ない所で、多くの場合は既往の資料と前編で得た結論を援用し不足を補ったわけであるが、なお不十分はまぬがれぬ所で、今後機会ある毎に補充し、より確実な結論を得たいと考えている。

第1節 松島湾・万石浦カキ養殖場

松島湾・万石浦はいわゆる仙台カキの中心的生産地の一つではあるが、その生産高においては気仙沼湾におとり、現在ではむしろ種カキ生産地として高く評価されている。^{76(77/78)}

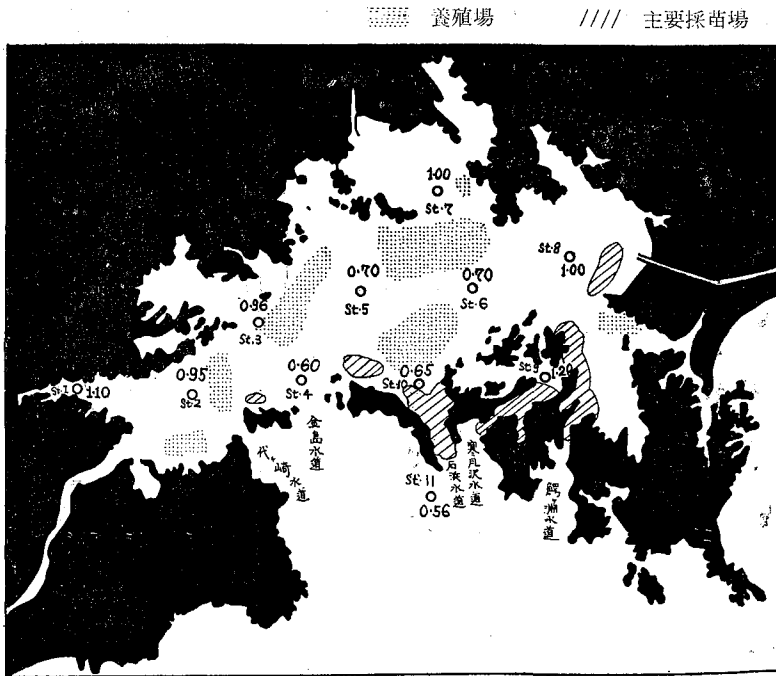
一般に宮城県下のカキ養殖場は最近その生産高、品質ともに低下の傾向を辿り、一つの問題を提起しており、これが対策のための調査研究も極めて盛んであり、すでに結果の一部は報告されている。⁷⁷⁾

本節では松島湾および万石浦について若干考察したが、気仙沼湾の調査を欠いているので東北地域のいわ

* 地域的なカキ養殖の発展に関する文献は、整肅された形としては稀であるが、断片的には極めて多い。

ゆる種場のみふれたかの感が強い。将来機会を得て気仙沼湾の調査を実施したいと考える。

図73 松島湾カキ養殖場および懸濁質係数測定結果



松島湾のカキ養殖場並びに採苗場の概要位置は図73に示した。採苗場は湾内方々に散在しているが、中心部は島嶼部に集中している。

本湾における採苗場の優劣を判断する具体的資料をもちあはせていないので、詳細について論ずるわけにはいかないが、著者等の現地での聴取りでは一般に水道部が良いとされている。養殖場についての良否に関しては宮城県水試の報告⁷⁸⁾がある。これによると、松島町漁業協同組合分としての九ノ島地先並びに在

城島地先水域での身入り状況は、全般的に九ノ島地先漁場が良好で、特にその中央部が最良である。東部漁場は東名運河の直接影響のために生産が安定せず、年々養殖施設の減少が見られるといわれている。松島町寄り漁場の悪さについては次のようである。即ち在城島地先漁場の作柄は昭和28年度調査時においては3月末に到るも剥身不能のものが大部分を占めていたほどである。これら身入り不良の原因としては金島水道より入る潮流が、桂島・塩釜両漁協の施設に妨げられることがあげられている。なお、各漁場においては、漁場内部よりは一般に濡に面した水域および外囲水の直接あたる所が良いとされている。

松島湾の潮流状況については、奥田・佐藤⁷⁹⁾により次の如く報告されている。“この湾の5水道中、金島水道および石浜水道からの流入が優勢で、前者は0.5~0.6kt、後者は0.5~0.75ktの流速で上潮時に流入する。金島水道から流入した主流は、湾内中央部を東名の方向へ北東流し、一部は北西へ西流して松島海岸・浜田湾および塩釜方面へ流れる。石浜水道からの流れは、同様にして湾中央部を北東流する。また下げ潮時においては、殆んど同じ経路を逆流して湾外に出るが、石浜水道を流れる流速は、上げ潮時よりも増して0.8~1.25ktとなる”。

著者等は1956年4月8日、本湾の調査を実施し、懸濁質係数については図73に示すような結果を得た。

何分にも1回の調査であり、詳細はなお将来の問題であるが、この調査結果からも、湾の特性はかなり明瞭に観取される。すなわち湾奥部の測点1, 7, 8はいずれも懸濁質係数は1.0以上であり、それより湾中央に進むにつれて小さくなり(測点2, 3約0.95; 測点5, 6約0.70)、金島水道口、石浜水道口は大体0.6前後を示す。これに対し、いわゆる湾外(測点11)は0.56程度で最も小さい。ただ測点9が異常に高い値を示すことは如何なる理由によるか不明である。あるいは沿岸水がこの辺に圧縮されるのかも知れない。この点は採苗場の中心をなす所であり、今後の問題であろう。

いづれにしても、本湾の懸濁質係数の分布はいわゆる内湾の典型をなし、湾口部が最も小さく、奥郭に進むに従って大きくなっている。なお、本湾は全般的に懸濁質係数が大きいことも一つの特長であろう。

図74. 松島湾における水中照度

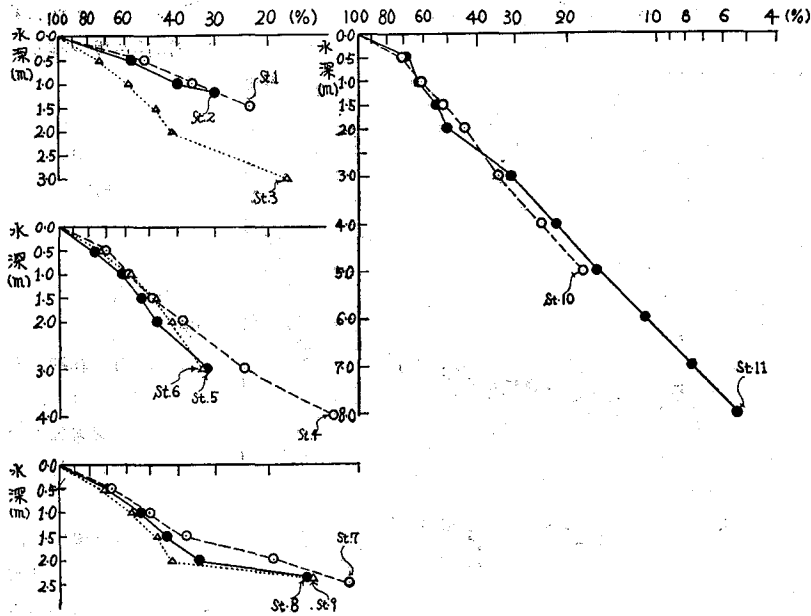


表48 松島湾における平均消散係数並びに懸濁質係数より求めた懸濁質乾物量

測点	μ (per m)	a	k	S(mg/ℓ)
1	0.976	1.10	0.649	7.7
2	1.005	0.95	0.553	19.8
3	0.583	0.96	0.559	1.2
4	0.532	0.60	0.329	11.0
5	0.506	0.70	0.393	3.5
6	0.371	0.70	0.393	0.8
7	0.635	1.00	0.585	1.5
8	0.532	1.00	0.585	0.6
9	0.431	1.20	0.713	0.1
10	0.345	0.65	0.361	0.8
11	0.364	0.56	0.303	2.5

場合の懸濁質係数が大体 0.9 以上を示す水域に相当する。

第Ⅱ区……桂島北測で著者等の測点 6, 10 を含む水域をいう。懸濁質係数で見ると大体 0.65~0.7 程度の区域である。

第Ⅲ区……島嶼部に次に述べる第Ⅳ区に大体類似している水域であるといわれている。

第Ⅳ区……金島水道の最も強い影響を受けると考えられる水域で第Ⅱ区の西側にあり、著者等の結果では懸濁質係数 0.60~0.7 を示す水域で第Ⅱ区よりやや沖合性を示す。

第Ⅴ区……いわゆる湾外であって、著者等の観測結果も最も外囲性を強く示す水域で両者一致する。

* 第1編, 第1章, 第7節

懸濁質の量については直接測定しなかったが、水中照度の垂直変化は図74に示した。全測点とも消散係数が大きいのが特に測点 7, 8, 9 の底層部は顕著である。

すでに前編で見た如く^{*}、消散係数と小型懸濁質乾物量との間には、懸濁質係数(a)を考慮すればある一定の関係が成立する。

今これら関係を

利用して平均消散係数から各測点での小型懸濁質乾物量を計算すると表48の如くなる。測点 9 の乾物量が極めて少量であることは、その懸濁質の粒子径が極めて小さいことと同時に何か底質または島嶼に起因するコロイド性の粒子からなっているのではないかと考えられる。このような事情は三重県英虞湾々奥部にも見られる。全体的に見て本湾は西部に懸濁質乾物量の多い水域が存在し、東部水域は比較的濁度が大きいにもかかわらず、懸濁質乾物量が少ないように感じられ、両者の質の相違が予想される。すなわち本湾は懸濁質の質の上からも東西に2分できるように思われる。

山本は⁸⁰⁾採集された底棲生物の個体数の百分組成の差異から本湾を次の如く5区に区分している。

第Ⅰ区……本湾の大部分を占めており、最も沿岸性であるといえる水域で、この区は著者等の

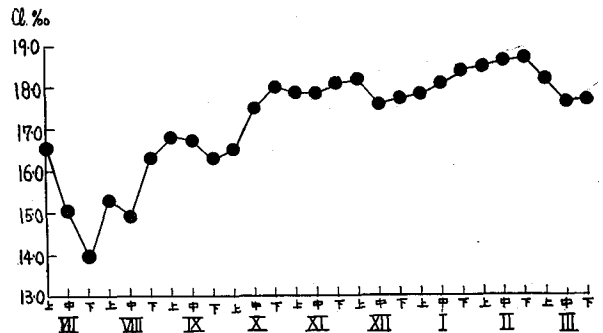
ただ山本氏の結果と著者等らのそれとが必ずしも一致した性質を示すとは考えられないのが第Ⅲ区である。この水域は懸濁質係数の点でも若干特異な値を示していた所で、何か懸濁質の上では他と違った起源をもっているのかも知れない。

以上若干の相違はあるにしても、かなり長期にわたる水域環境変化の総合的結果としての底棲生物相による水域区分と、懸濁質係数による区分とが対応することは興味ある点であろう。

一方松島湾に関する塩分分布の詳細な資料の⁷⁹⁾もあわせがないので深く考察することは困難であるが、大体 18.00% (CI) 以下と⁷⁹⁾考えて大過ないもの⁷⁹⁾と考える。宮城県水試の資料をもとにして、桂島地先の塩素量

年間変化を見ると図75の如くなる。これは昭和28年の調査結果であって、例年の事情がこれとどの程度の差を示すものであるかは不明であるにしても、少なくとも年間変化の傾向を示すものと考えて良いであろう。春・夏が低塩分で秋・冬にかけて高塩分である点⁷⁹⁾は他の内湾と同様の変化型である。なお本観測点が比較的外域水の強く影響する位置にあることを考えてもその高塩分時が大体18.5% (CI) 前後であることから、それより湾奥部はおそらくより低塩分であることが考えられる。この点からも本湾は大体全域とも18.00% (CI) 以下と⁷⁹⁾考えてよいであろう。

図75 松島湾桂島地先における塩素量の旬変化
(文献78より著者等が推定した)



前編で見た如く、塩分濃度と懸濁質係数との間には明瞭な相関々係は見られないが、一つの湾を考えると傾向的には両者間に逆の関係が見られる。

今上記の関係が松島湾でも成立するとすれば、調査した4月上旬は大体高塩分時期の終りに相当するよう⁷⁹⁾に考えられるので(図75)、5月~8月の低塩分期(一応カキ採苗期と⁷⁹⁾考えられる)の懸濁質係数は、今回の調査結果よりはやや大きいのではないかと推考される。

以上の調査結果並びにそれらから推定される諸事項と松島湾におけるカキ養殖漁場の関係を考察すると大略次のように結論づけられる。すなわち養殖場として良好であると⁷⁹⁾考えられる九ノ島地先および桂島周辺は本湾としては最も懸濁質係数値が小さく、塩釜寄り漁場をはじめ中央部の劣悪漁場のそれはかなり大きな値を示している。採苗場は前述の如く島嶼部に多い。この水域も測点9に見られる如くかなり大きい懸濁質係数をもつ場合があり、湾内水の停滞乃至は通過が⁷⁹⁾考えられる。何れにしても本湾は、海田湾などに比較すれば、極めて内湾的の性格が強く、カキ養殖場としての価値に関してはかなり疑問があり、養殖自体にも多くの困難が附滞することが予想される。

本湾が種苗生産に向っていることはその懸濁質との対比において多くの暗示を示すと同時に、調査結果から、施設関係の保持が充分可能であれば、養成場はむしろ湾外に移動すべきではないかと⁷⁹⁾考える。

万石浦についての漁場並びに調査結果は図76に示した。本湾は大部分が種苗場で、しかもその位置は湾内に存在する滞りの周辺に沿って設定されており、特に良好な成績を示す水域は水道部であるといわれている。本浦は全般的に浅く、特に中央部は藻場を形成している。身入れ関係は水試の試験結果でも余り良くない。

懸濁質係数よりみた本浦は、水道部は小さく湾内に進むにつれて大きくなる傾向が見られる。湾内にある岸寄りの滞中、南側(神林寄り)の方が北側(折立)のそれよりは係数値が小さい傾向が見られる。本湾における湾内水と外囲水との移動は比較的単純な模様で漲潮時には外囲水は水道部より湾内に侵入し、両側の滞りに沿って進んだ後、全面におよぶ。落潮時はこれと逆のうごきを示すといわれている。ただ、今回の調査で南側の懸濁質係数が若干小さいことは外囲水の影響が若干強いことを示すものであろう。

塩分の年間変化(図77)から考え、4月の調査は大体年間平均に近いと⁷⁹⁾考えてよいであろう。このことか

図76 万石浦カキ養殖場と懸濁質係数

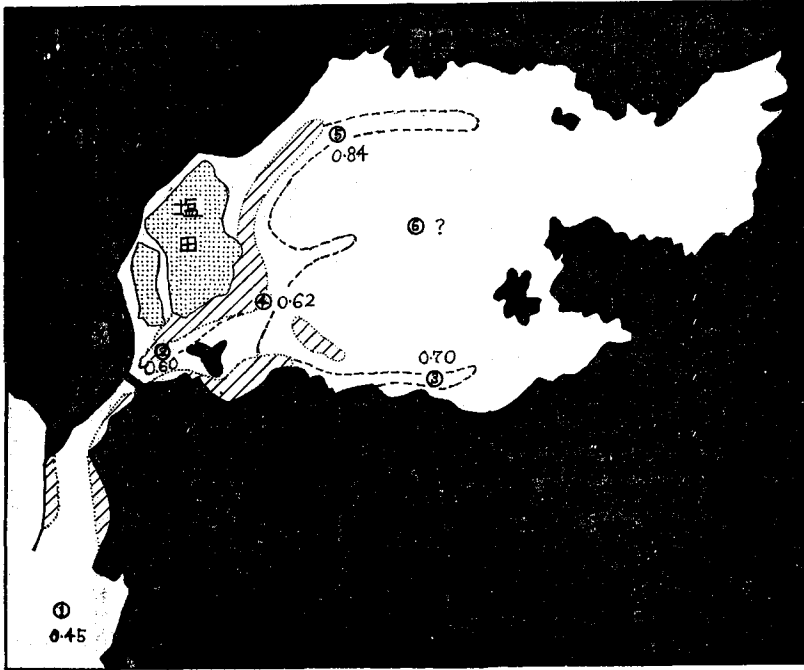
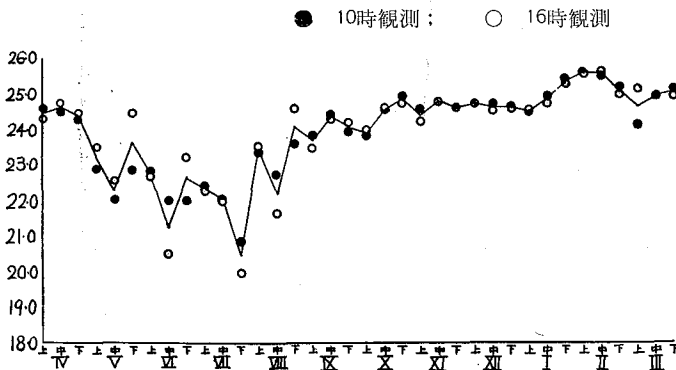


図77 万石浦渡波地先における比重の年間変化 (文献78による)



る水域の懸濁質係数は 0.6~0.7 の範囲であり、その塩素量は年平均値 17~18 %程度である。

第2節 中海・舞鶴湾養殖場

中海における養蠔は鳥根県水試が昭和3年に広島産種カキを境水道部に移殖したのがはじめであるといわれている。その後試験期を脱し昭和10年頃より急速に普及発展し、昭和22~23年を最盛期(鳥根県のみ生産額2,000万円)として、その後は急激に衰退した。その原因は昭和23年夏より秋にかけての大量斃死であるといわれている⁸¹⁾⁸²⁾。この斃死に対する研究はかなり精力的に推進されたにも拘らず、決定的な結論を得るまでには至っていない。

本節で述べる所は中海におけるカキ斃死原因についてではなく、衰退したカキ養殖場の現状を懸濁質の面から若干考察したものである。

中海の性状についての調査研究は、本湾が赤潮の発生地として有名なこと、あるいはモガイ採苗地として

ら直ちに懸濁質係数でも年間平均値として考えてよいとは考えられないが、大体それに近いと考えても大過ないであろう。若しこのような推定が正しいとすれば、本湾における良好な種苗場は懸濁質係数値が大略0.6前後の年平均を示し、陸水の影響の強い5月~8月の頃は若干それより大きい値を示すことが予想される。

塩分は図77に見られる如く採苗時

期は大体16.5%(Cl)程度で、それ以外の時期は17.0~18.5%(Cl)が多いようである。

以上が東北地方における主要カキ種苗場である松島湾並びに万石浦での調査結果である。両湾ともに懸濁質係数はかなり大きく、特に松島湾のそれは顕著である。この中において両湾とも良好な種苗場と考えられ

独特な位置にある所から、島根・鳥取両県水試は勿論多くの研究者によって行なわれて来た。特に堀川による中海の赤潮に関する研究は極めて詳細にわたっている。

著者等は1956年4月および11月の2回にわたり、懸濁質係数の測定を実施し、その結果を図78に示した。

2回の観測結果から見ると中海は春・秋で余り大きな差が見られない。

中海は懸濁質係数で次の如く大きく3区に分けることができるようである。

(a) 水道部……一般に係数値が小さ

く(<0.6)最も沖合性を示す場所であるが、地形の上から、潮時によりかなりの変化が予想される。

(b) 大根島北部水域……この水域は更に水道部の影響を可成り受ける下宇部尾地先と、湾内水の影響を比較的強く受けている万原、本庄地先とに2分されるがいずれにしても、湾内部では最も外明水の影響を受けている水域で、カキ養殖はこれら(a)(b)水域のみで実施されていた。

(c) 大根島南部水域……大体懸濁質係数値は0.7~0.8の範囲を示し、いわゆる中海の湾内というべき水域である。特に本水域においても沿岸は陸水の影響が強く懸濁質係数は大体0.8以上と考えてよいであろう。この水域はモガイの採苗地として重要であることは周知のところである。

以上3水域に共通な特長、すなわち中海の特性としては、上下層間に顕著な不連続層の存在があげられている。⁸⁴⁾

今塩分について堀川⁸³⁾の結果を引用すると大体次の如くである。上層の塩分範囲は10~20‰、下層のそれは20~30‰で、季節的には6~7月が高塩分で、9月にはやや減少し、冬期は一般に低塩分となる。また、塩分の地理的分布は、水道部が高く、次いで西海岸に沿って次第に減少し、中海奥部で最も低い。ただ米子湾では逆に高塩分を示すことがしばしば認められる。特にこのことは下層において顕著であり、湾奥の海水は外海と直接交流の少ないことが推定される。

以上の結果と、著者等がすでに述べた3区域とは大体一致するようである。ただこの湾の垂直構造が極めて特長的であるために、カキ養殖などのいわゆる生物環境として本湾を考察するためには是非ともこの垂直構造を念頭におく必要があるであろう。

4月調査の水中照度測定結果を図79に各水域別に示した。各水域とも2m付近で直線の傾が変る。すなわち、表層の消散係数は中・下層のそれに比して大きく、全体的に濁っていると考えてよいであろう。ただ、測点1は低層部がかなり濁っていた。表49は2回の調査で得た全層の1m当りの消散係数を示したものである。

4月調査では測点3が最も小さく0.392であるが、他はすべて0.4代で、この面からの水域区分はやや困難であるが、11月調査の結果は、かなり良く水域の特長を示している。すなわち水道部の測点1は0.330で最も小さく、0.4代は水道部の測点3を含めた大体北部水域であり、他の南部水域は0.56以上の大きな消散係数を示している。

11月の各測点における消散係数の垂直分布を図80に示した。各測点ともに表面より約1mまでの消散係数が大きい傾向にあることは4月のそれと類似している。今垂直分布の型で分類すると大体次のようになる。

図78 中海における懸濁質係数の分布

左図, 1956年4月; 右図, 1956年11月

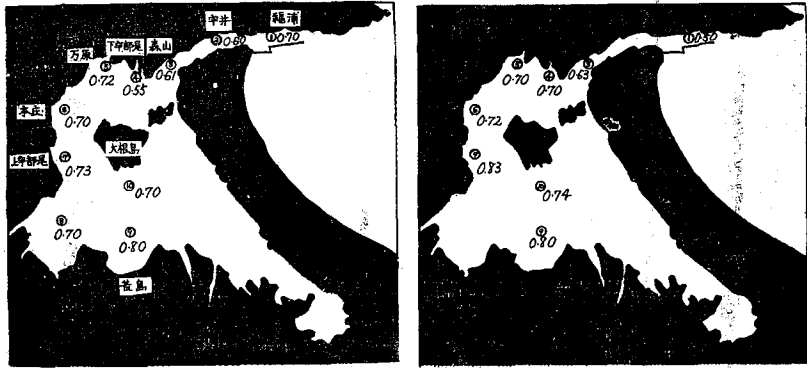


図79 中海における水中照度

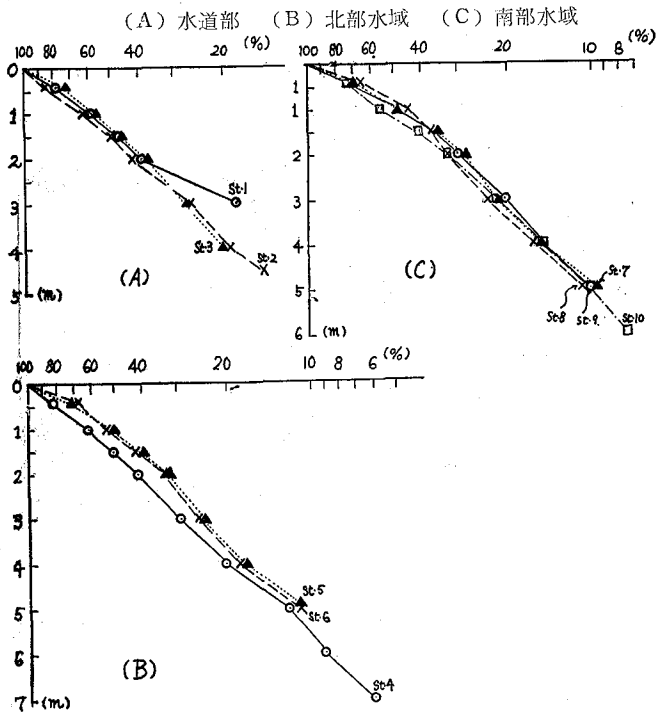


表49 中海における消散係数

測点	1956年4月		1956年11月	
	水深 (m)	μ	水深 (m)	μ
1	2	0.474	4	0.330
2	4	0.416	—	—
3	4	0.392	4	0.415
4	5	0.419	5	0.458
5	5	0.436	5	0.420
6	4	0.448	4	0.516
7	4	0.467	4	0.573
8	5	0.446	—	—
9	5	0.462	4	0.561
10	5	0.448	4	0.595

前2型に比較して顕著である。この場合の中下層は比較的澄澄で ii) 型の湾内水と同等である。型としては i) iii) 両型は同一であるが、消散係数の絶対値が異なり、従って構成する水塊は差異のあることが予想される。

著者等の調査は年2回の限られたものであるため、年間にわたる変化などについての概要を見ると水道部で大体1~5m程度、5月~7月頃が比較的大きく4~5mを示し、その他の時期は2~3mのことが多い。従って内部水域は大体これより小さいと考えて大過ないものとする。Planktonの周年変化では

- i) 躍層型 (上層濁濁下層清澄型) : 測点 1, 3
- ii) 均一型 (上下層均一型) : 測点 4, 5, 6 および 7
- iii) 浅海・湾奥型 (上下層濁濁中層清澄型) : 測点 9, 10

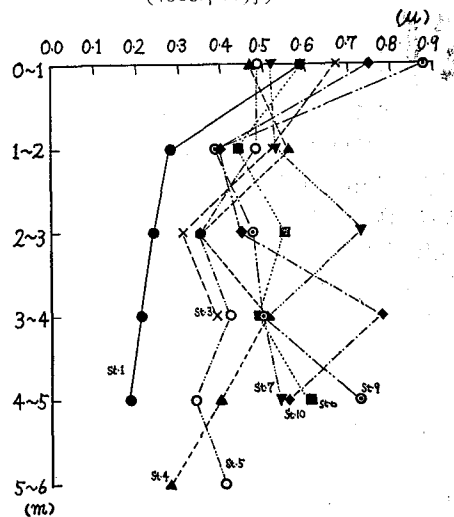
この区分も懸濁質係数あるいは全層の平均消散係数による区分と大体一致している。

i) 型は上下層の水塊がかなり顕著な相違をしめし、成層の発達が見られるもので、相異なる2水塊の混合が余り進んでいないことを示す。

ii) 型は全層が比較的均一で、上下混合が充分におこなわれていることが予想される。この意味で本型はいわゆる湾内水と考えることができるであろう。

iii) 型は陸水系の直接影響を受けている水域で上層の濁濁度が

図80 中海における消散係数の垂直分布 (1956年11月)



83)

Zooplankton は6, 7月および10月に多く、その主体は *Calanus sp.*, *Acartia sp.*, *Oithona sp.*, *Ceratiium sp.* であり、Phyto plankton では珪藻類が主体で特に秋多量出現する。懸濁質係数あるいは消散係数の大小が Plankton の多寡あるいは透明度の大小と一次の関係をもつか否かについては前編で若干論じ、いずれも単純なものではないが、しかし大体傾向的にはある関係が見られそうであることを述べた。このことを考慮すれば、今回著者等が得た調査結果は大体中海における年間平均に近いものと考えられる。

以上の結果を取りまとめると、中海は大きく3水域に分けることができる。すなわち i) 水道部は懸濁質係数が大体0.5~0.6程度で、約1~2m層に顕著な不連続層があって上下2層に分かれ、上層は湾内水で下層は外圃水と考えてよいようである。本水域の消散係数は本湾中最も小さく、塩分は最も高い。ii) 大根島北部水域は、いわゆる湾内水と外圃水との混合水域といえることができるであろう。懸濁質係数は大体0.6~0.7が見込まれる。消散係数も本湾では大体中位を示す。iii) 大根島南部水域で懸濁質係数は最も大きく0.7以上と予想される。陸水の影響が最も強く特に上層は淡水化のおそれが強い。

中海における養蠔については若干述べたが、現在では極めて影の薄い状態である。盛期にあっても、中心養殖場は水道部にあり、養殖場と一応考えられる範囲は万原あたりまでで、南部水域には見られなかった。勿論昭和23年前の最盛期に環境がどのような事情にあったかは知るよしもないが、仮りに調査時と大差ないものであったとすれば、本湾におけるカキ養殖場の中心部は懸濁質係数で0.5~0.6、塩素量で17~18%程度が考えられる。

現在水道部に真珠養殖がかなりの規模で実施されている。その結果の良否および垂下層など養殖法の詳細は不明であるが、水道部の消散係数の垂直分布から見ても1~2m層以下はかなりの沖合性が考えられるので、その成果の如何は興味あるところである。カキ養殖が最近でも盛んにならぬ原因がどこにあるか、今回の調査結果のみでは明らかにすることはできなかった。

舞鶴湾も上下層の差異が顕著なことが一つの特長である。³²⁾ 従って本湾についていろいろ考察する場合、中海で述べたように、成層の存在を無視することはできないし、養殖を実施する上にも充分の調査と注意を必要とすると考える。

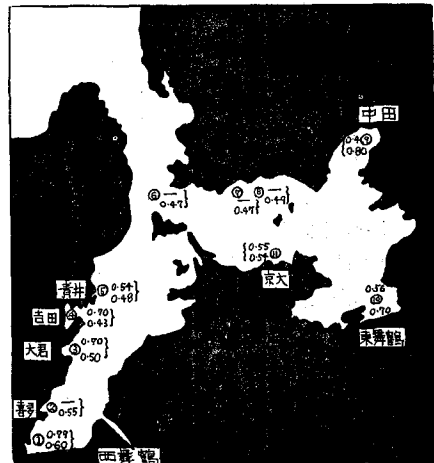
著者等は本湾の調査を中海と殆んど同時期に実施した。遠距離の地であり、調査回数も2回にすぎず、決して充分なものとはいえないが、幸い本湾に関しては菱田氏による研究があるので、参考にしながら若干考察した。

舞鶴湾が水産に開放されたのは戦後と考えるとよいであろう。本湾におけるカキ養殖は余り盛んでなく、最近では中海と同様斃死になやんでいる。真珠養殖も極めて少量ではあるが行なわれている。いずれにしても、今後如何に利用して行くかが問題となっているとみてよいであろう。

宮地等⁸⁵⁾は本湾の底棲群衆と遺骸推積の立場から水産の基礎となる海洋生物学的調査を実施し、その結果の一部を報告している。これによれば、本湾は全体として内湾性が強く、その原因としては湾の形態にもよるが、湾そのものが若狭湾の肢湾であることおよび日本海の潮差が極めて小さいために海水の流動が少ないことによるのではないかと考え、さらに東西の両肢湾を比較し西湾の方が内湾度は弱いといっている。

著者等の調査結果は図81に示した通りである。両調査ともに降雨中のもので、特に4月調査時は強い北西風が吹いていた。4月調査の結果は東肢湾の方が全体的に懸濁質係数値は小さく、外圃水の影響が強いことを予思させるが、これは調査時の強い北西風の影響を無視するわけには行か

図81 舞鶴湾における懸濁質係数
○測点 上段数字1956年4月測定値
下段数字1956年11月測定値



ないであろう。11月の調査結果では西岐湾の方が懸濁質係数は小さく外囲水の影響を強く受けていると考えられる。この場合の事情を見ると湾口部および西湾のなかば近く吉田附近(測点4)までの懸濁質係数は大体0.5以下を示し、更に大君、喜多と湾奥に進むにつれて0.5→0.6と徐々に大きな値となっている。これに対し東湾は京都大学水産学科前附近で0.5、それより内部に進むにつれて0.7、0.8のように比較的大きな値となる。

本湾は4月調査の結果にもあらわれているように、降雨あるいは季節風などの影響が強くあらわれるように考えられる点は注意すべきことであろう。

中海でもそうであった如く、一般に日本海沿岸の内湾は上下層の区分が顕著であり、本湾についての躍層の存在は菱田³²⁾によっても報告されている。著者等の得た調査結果についてこの点を若干吟味しよう。表50は

表50 舞鶴湾における消散係数

測点 水深(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0~1	0.42	0.68	0.38	0.43	0.38	0.48	0.51	0.45	0.46	0.49	0.46
1~2	0.48	0.30	0.44	0.25	0.31	0.37	0.51	0.34	0.82	0.56	0.39
2~3	0.44	0.24	0.30	0.17	0.22	0.25	0.26	0.24	0.41	0.47	0.28
3~4	0.63	0.19	0.23	0.14	0.22	0.19	0.20	0.22		0.39	0.26
4~5		0.35	0.16	0.28	0.28	0.13	0.18	0.22		0.35	0.27
5~6			0.24	0.23	0.32	0.25	0.26	0.16		0.32	0.26
6~7			0.23	0.34	0.38	0.18	0.26	0.24		0.51	
7~8			0.23	0.41		0.19	0.26	0.24			
8~9			0.19	0.25			0.23	0.18			
9~10			0.36					0.36			
透明度 (m)	2.4	3.5	5.3	5.9	5.5	4.8	5.5	5.0	3.0	3.0	4.3

'56年11月調査における各測点毎の1m当りの消散係数を示したものである。測点1, 9をのぞいた他の測点はすべて上層濁下層清澄の型を示し、測点3, 8, 10は底層で再び濁している。上層濁は陸水の影響によるものと考え、底層の濁は海底の影響であろう。測点1, 9が他と若干異なる型を示したのは、両点とも水深が極めて浅く、かついずれも湾奥に位置することのためかも知れない。測点2, 4の如く若干の傾斜をもって推移する場所もあるが、消散係数の垂直分布の総体的変化は、西湾の方が若干複雑な型を示し、湾口部(測点6, 7, 8)の躍層は顕著である。その位置は大体2~3mのところにあると考えてよいであろう。

いま各測点について上層部の消散係数を見ると、測点2をのぞけば、大体西湾の方が小さいようにも考えられるが、菱田³²⁾が報告しているほど顕著な東西間の差異は見られない。この理由の一つは測点6以外の点がいずれも岸に接近しているため、それぞれの測点が直接陸岸の影響を強く受けていることがあげられるであろう。これらの諸点はほとんどがカキ養殖場であって、東西両岐湾の差異を比較するための測点としては必ずしも適したものとはいえない。下層部の清澄層平均消散係数は測点10が0.35で最大値を示し、他は測点2, 11の0.27、測点3~9までは0.20~0.24と大体類似の値を示している。このことから極めて岸近くをのぞく他の水域には、ほとんど同一の水塊が全湾にわたって存在しているのではないかと考える。

本湾に関する資料としては懸濁質係数の周年変化は勿論、他の要因についても持っていない。今本湾がおなじ日本海に面しているということで、諸特性の変化が中海、その他の内湾に類似であるとすれば、外囲水の影響の強さは4月、11月の事情が大体年間平均と考えるとよいのではないかと考えられる。

一方本湾におけるカキ養殖は、極めて小規模に西岐湾で行なわれているにすぎない。特に昭和29年10月喜多地先、昭和30年9月に青井地先でいわゆる異常死⁸⁹⁾がおこって以来、中海と同様その生産は減少してい

^{86), 87)}
* 久美浜湾、宮津湾

る。この意味では本湾は必ずしも良好なカキ養殖場とはいえないかも知れない。しかし本湾は上下躍層が発達しているので、中層以下(略々2m以下)は比較的外用水の影響を受け、懸濁質係数も大体0.5程度が予想される。従って垂下位置をうまくすればあるいは成功するのかも知れない。

なお、懸濁質係数の大小と斃死問題は直接関係あるものであるか否かは不明であるが、他の要因との複合により考察すべきものとする。

塩分の年変化については余り明らかでないが、上述各文献から推定すると、上層は降雨雪によりかなり大きな変化をみせるが、躍層以下の中下層は大体17~18.5% (Cl) と考えてよいであろう。

以上の如く中海・舞鶴湾の事情は成層の発達が特徴的であり、その上下ではかなり条件を異にする。従ってこの水域を貝類養殖に使用する場合には、水域の水平的特性と同時に垂直の特徴をも併せ考える必要がある。一応両湾でカキ養殖場として使用されている水域の特性は、懸濁質係数値で0.5~0.7、塩素量で17~18%と考えるとよいであろう。

第3節 広島湾養殖場

広島湾のカキ養殖場は大きく3つに区分することができる。その1つは広島市草津地先を中心として東西に広がっている、いわゆる浅所利用の杭打式養殖場(簡易垂下式養殖場)であり、その2は海田湾、江田内湾を中心とする湾内垂下養殖場、その3は島嶼周辺に見られる養成専門漁場である。

一方採苗場は広島湾沿岸部一帯に散在しているが、最も重要なのは草津地先である。

広島湾に見られるこれら3型の養殖場が如何なる過程をとって発展してきたかについては、本研究に直接関係がないので触れないことにする。ただ杭打式養殖場はその養殖方法自体から水深に限界をもつもので比較的遠浅の水域に発達している。垂下養殖は最初は風波の影響の少ない(特に台風時)湾内で発達したものであるが、漁場の狭少から静穏な水域は殆んど利用されるようになった。これら2つの型はいずれも種苗地より直接沖出しによって養成するものであり、場合によっては、次にのべる島嶼部からの剥身貝の一時おき場としても利用される。島嶼部の養成後、沿岸部の漁場の狭少を打開すると同時に、該水域が身入れ場として好適であるということから最近急激に増加したものである。また、カキ養殖の経営規模の増大にともなう、漁船の大型化によって、作業の行動半径が旧に倍するようになったので、島嶼部もそれ自体のもっていた意味がうすれ、使用の上では単なる湾内垂下式養殖場の位置に移りつつあるといってもよい方向に進んでいる。すなわち最近の傾向は、既往漁場の狭隘と沿岸都市の発達などによる沖出しの必要に加えて、養成後の改良、漁船の大型化、筏の移動運搬技術の確立などにより、漁場行使の様式はかなり複雑となり、以上3型の養殖場はその使途の上で従来ほど明確な区分ができなくなった。

以上の如く、筏の移動運搬が比較的容易になり、いわゆる養殖技術自体が、適時適所養成による計画出荷にまで高められてきた現在、漁場の特性把握は従来以上に大きな意義をもつようになってきた。著者等は第1型式養殖場の例として太田川尻草津地先養殖場を、第2型式養殖場の例として海田湾を、第3型式養殖場の1つとして切串・幸の浦地先養殖場をとりあげ、主として懸濁質と塩素量の2面から考察した。

第1項 太田川尻草津沖養殖場

本養殖場は古くからいわゆる草津養殖場と称され、次に述べる海田湾、周辺の淵崎、仁保、海田、矢野養殖場とともに広島カキ養殖の発祥の地であるとともに永く生産の中心地として高く評価されて来た。この養殖場は広島地先のカキ養殖場がすべてそうであるように、もともと太田川の河口域に発達したもので、三角洲の消長、埋立、干拓等により幾度遷を重ねて来たもので、現在の概要は図82に示すようである。なお、本水域は太田川の洪水時放水路として注入河川である福島川の改修とその右岸堤として、約1.5kmの導流堤構築が予定されている。

本水域は福島川河口を要とする扇形状に発達した三角洲とその縁部とよりなっていて、縁部段落ちの水域に杭打式カキ養殖場が存在し、その内部はいわゆる採苗場、夏置場、アサクサノリ養殖場、アサリ養殖場となっている。杭打式カキ養殖場と採苗場との接する地点付近で水深は急に深くなり、底質等も極めて大きな

図82 草津地先カキ養殖場の概要および測点図

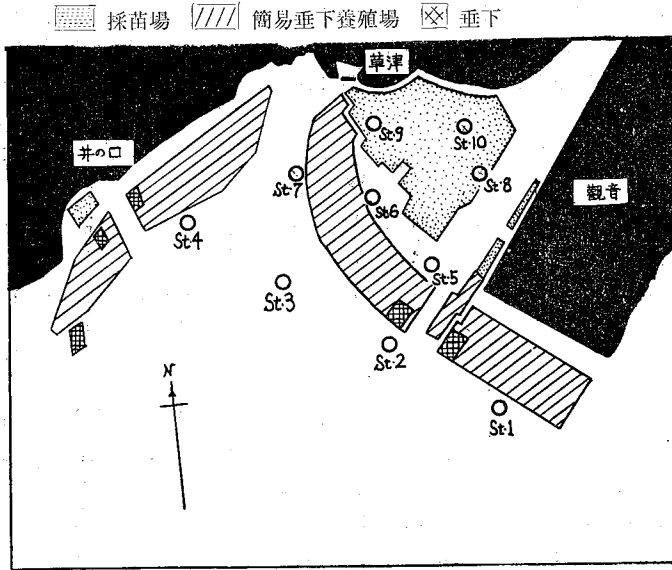
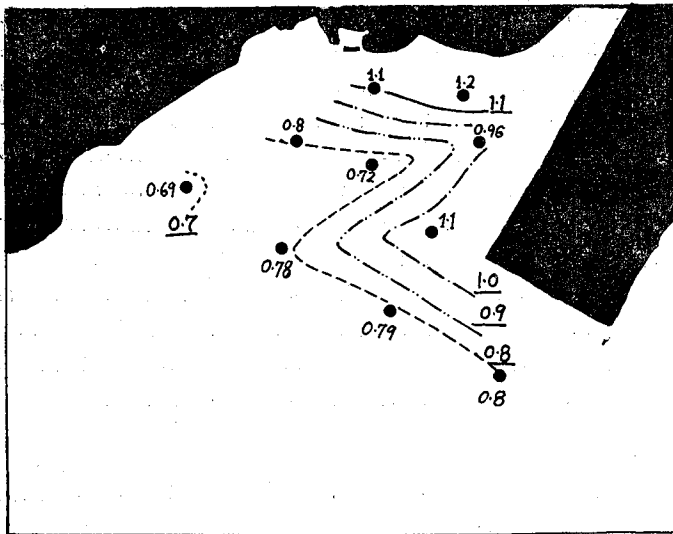


図83 草津地先カキ養殖場における懸濁質係数の分布例
(1956年8月29日 漲潮時)



出する。図83はこの時期の状態を示している。これらの事情は塩素量 (図84) および平均濁度 (図85) の点からも推測し得る。このような潮時による沖合水と陸水の交替は周年行なわれるわけであるが、すでに述べた如く、懸濁質の質量は沖合水、陸水とともに季節的な変化が存在し、それらの変化、強弱が、考察水域の

* 久岡・古川・(未発表)

** 詳細は目下「太田川尻における導流堤の養殖場におよぼす影響について」調査中であり、近々、事前調査結果の一部は報告する予定である。

変化を示す。落潮時、漲潮時における本水域の流速、流向についてはすでに速水の報告がある。これに依れば、潮流は各一点においても流速流向ともに変動が甚しく、流速は兩潮時ともに一般に微弱であって 20cm/sec .を越えるものは稀である。特に養殖場と採苗場との接触点段落ち付近の流速は極めて弱くなっている。

本水域漲潮時における懸濁質係数の水平分布の一例を図83に示した。懸濁質係数0.8以下の水域は大体、測点1, 2, 3, 6, 7を結ぶ線より沖側にあたり、測点4は全点中最小値を示している。これに対し懸濁質係数1.0以上の水域は測点5, 9, 10を結ぶ線より岸側に存在する。これらの結果および文獻から本水域における水塊移動の概要を推定すると大体次のようになるのではないかと考えられる。⁹⁰⁾すなわち落潮時には河川水をはじめ沿岸水が水域全体に展開し、やがて採苗場の大部分が露出するようになると、明瞭な滞り東側、福島川延長方向(測点8, 5, 2を結ぶ線)にあらわれ、河水はこれに沿って放出される。漲潮時初期には干潟周辺より徐々に沖合水が浸入し、漲潮中期(露出部なし)頃より沖合水は西方から河口に向かって強く浸入し、陸水系水塊は岸寄りに圧縮されると同時に観音側埋立護岸沿いに流

分布模様を規定するわけであらう。今ある期間内における数測定結果の平均値をもとに、沖岸の関係を考えてみよう。

本水域における懸濁質係数の測定値の一部は表51に示した。本表はすべて照度と透明度とより求めたので、透明度の測定困難な浅所の測点では欠測値が多い。図82に示した如く、測点1, 2, 3, 4, 7. は簡易垂下養殖場の外縁部にあたり、測点5, 6 はその内縁部すなわち、採苗場との接触点に相当する。表51より外縁部5 測点毎の平均値を求めるとそれぞれ0.57, 0.55, 0.53, 0.57, 0.58となり中央部の測点3を最小に両翼が若干大きくなる傾向が見られるが、いずれにしても5 測点間には大差はない。これに対し内縁部を観測回数比較的多い測点5 について見ると平均値0.82となり前述5 測点に比べるとかなり大きな値を示す。各測点とも測定時期の差異が見られるので、これら6 測点についてさらに測点5 と同一調査時のみの平均値を求めると外縁部測点1. 2. 3. 4. 7 はそれぞれ0.65, 0.64, 0.61, 0.65, 0.65となり、若干全期間平均値より大きくなるが、それにしても内縁部の値0.82に比較すれば小さい。

採苗場に含まれる測点8, 9, 10 はいずれも浅所で干潮時は干潟になることが多い(測点8は滞中で深い)ので観測出来ない場合が多く、従って充分な資料が得られていないが、1956年8月29日の調査結果からすれば、大体測点5に同等乃至はそれ以上と見做し得るので、採苗場および種苗養成期である7月より9月までの該水域の懸濁質係数値は大略0.7~1.0前後と考えて大過ないであらう。

簡易垂下養殖場の内外縁部間には上述のようなかなり顕著な差異が見られることは、その調査時期が必ずしもカキ身入り期にとって適当でないにしても、傾向的には年間を通じていえることであらうし充分注目すべき事柄であって、養殖業者がいわゆる沖出しと称して年々沖方向に筏を進出させることと対照して考える

図84 草津地先カキ養殖場における塩素量分布例
(1956年8月29日 漲潮時透明度深までの加重平均値)

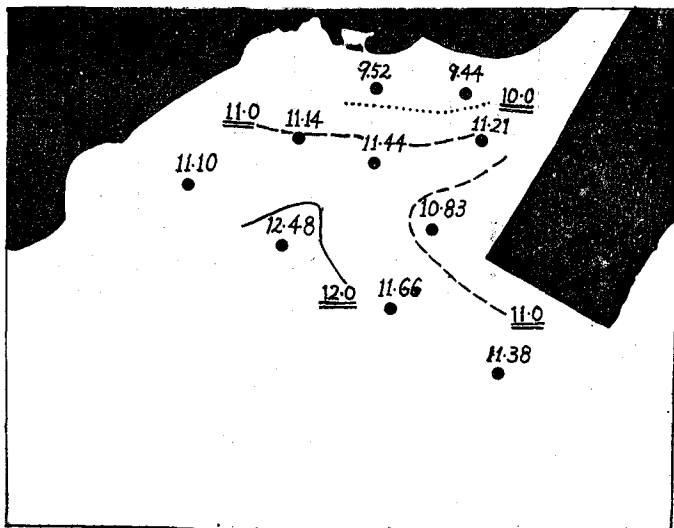


図85 草津地先カキ養殖場における濁度分布例
(1956年8月29日 漲潮時透明度深までの加重平均値)

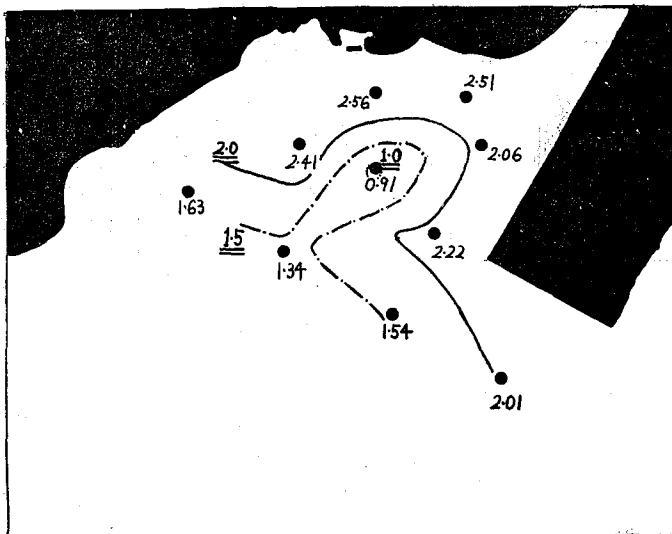


表51 草津地先カキ養殖場における懸濁質係数

年月日	潮時	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
1956. 6. 28	落潮	0.47	0.50	0.46	0.53	—	—	0.57	—	—	—
" 6. 29	漲潮	0.52	0.55	0.53	0.62	0.70	—	0.55	—	—	—
" 8. 29	漲潮	0.80	0.79	0.78	0.69	1.10	0.72	0.80	0.96	1.10	1.20
" 8. 30	落潮	0.54	0.50	0.48	0.54	—	—	0.54	0.69	—	—
" 10. 18	落潮	0.55	0.53	0.52	0.54	—	—	0.62	0.80	—	—
" 10. 19	漲潮	0.60	0.60	0.53	0.49	0.65	—	0.58	0.55	—	—
1957. 5. 15	落潮	0.40	0.35	0.44	0.41	—	—	0.40	—	—	—
" 5. 17	漲潮	0.49	0.43	0.42	0.41	—	—	0.45	—	—	—
" 9. 3	漲潮	0.65	0.61	0.62	0.84	1.00	—	0.62	0.72	—	—
" 9. 12	落潮	0.80	0.75	0.69	0.70	0.69	0.69	0.70	0.69	0.68	—
1958. 7. 21	落潮	0.51	0.55	0.50	0.55	0.78	—	0.68	0.76	—	—
" 10. 31	落潮	0.56	0.43	0.44	0.47	—	—	0.50	—	—	—
平均値		0.57	0.55	0.53	0.57	0.82	0.71	0.58	0.74	0.89	

表52 草津地先カキ養殖場における濁度

A 測点別全平均 B 測点別 *印調査日平均

年月日	潮時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1956. 8. 29*	漲潮	0.93	0.79	0.83	0.92	1.59	1.10	1.52	1.70	2.08	2.50
" 8. 30	落潮	1.10	0.39	0.42	0.65	0.43	—	0.52	1.14	—	—
" 10. 18	落潮	1.19	0.60	0.64	0.61	1.12	0.66	0.77	1.12	—	—
" 10. 19*	漲潮	1.23	0.98	0.64	0.56	0.73	0.50	0.66	0.63	0.52	0.46
1957. 5. 15*	落潮	0.72	0.49	0.47	0.57	0.62	0.62	0.66	0.50	0.52	0.59
" 5. 17*	漲潮	0.77	0.68	0.51	0.44	0.40	0.48	0.50	0.51	0.42	0.33
" 9. 3	漲潮	1.43	1.54	1.18	1.54	1.56	1.15	1.25	1.12	0.56	—
" 9. 12*	落潮	1.18	1.19	0.98	0.80	1.55	1.65	1.13	2.01	2.43	1.91
平均値	A	1.07	0.83	0.71	0.76	1.00	0.88	0.88	1.09	1.09	1.16
	B	0.96	0.83	0.69	0.66	0.98	0.87	0.89	1.07	1.19	1.16

とすれば興味あることである。

なお、本水域の懸濁質係数値はここ2～3年間では余り顕著な変化はなく、毎年同季節同潮時で見れば、(降雨時等の特別な条件を除外する)、ほとんど類似の値を示すものようである。今仮りに懸濁質係数値の変化をもって漁場の変化を見ることが出来るとすれば、本水域はここ数年間に顕著な変化が起ったとは考えられない。

次に懸濁質の量を示すと考えられる濁度について考えて見よう。表52はは各測点における表層より底層までの平均濁度を示したものである。各測点とも調査時期によりかなりの変化を示すが、同一時期の値は年によって大差なく、この点前編で述べた海田湾の懸濁質年間変化の傾向と類似である。濁度の水平分布については図85ならびに図86に例示した。図85はある時間の分布を示したものであり、図86は表52中*印調査の5回の平均値である。大体の傾向は両図とも一致して、南西方向沖合より濁度の小さい水塊が放水路口に向って浸入する。このことは懸濁質係数の分布とは必ずしも一致しないが、河川水の影響が放水路の延長観音埋立側に強いことは両者とも良く一致している。内部浅所の濁度の大きいのは陸水の影響もさることながら底土の攪乱もその原因となっていると考えられる。なお本水域は広島湾沿岸中波浪のきつい所で特に秋よ

り冬にかけては著しい。そのため海底の攪拌が顕著で、濁度値が、他の水域の如く冬期に急激に小さくなるようなことは少ないようである。このような事情を考慮すれば、本漁場中簡易垂下養殖場の濁度は、採苗期から種苗養成期の間は大体平均 0.7 ~ 0.8 程度が見こまれ、身入れ養成期の値はそれより若干小さくなる程度ではないかと考えられる。一方それより浅所のいわゆる採苗場の濁度値は比較的大きく、大体周年平均 1.0 以上が見込まれる。

濁度の大小と小型懸濁質乾物量との関係は、懸濁質の粒子径の大小、あるいは化学的組成等により必ずしも単純なものではないが、大体の傾向としては、両者は正の相関をもつものと考えられる（前編参照）。

従って、本水域の小型懸濁質の分布は概略的には濁度の分布から推定出来るわけである。しかし、ここでは直接測定した結果について考察した。表53は初夏より秋にかけてのいわゆる採苗期・種苗養成期についての結果である。各測点ともに調査時による差が極めて大きいので測点毎の差を論ずることは、ある

図86 草津地先カキ養殖場における平均濁度
(第8表, 平均値Bによる)

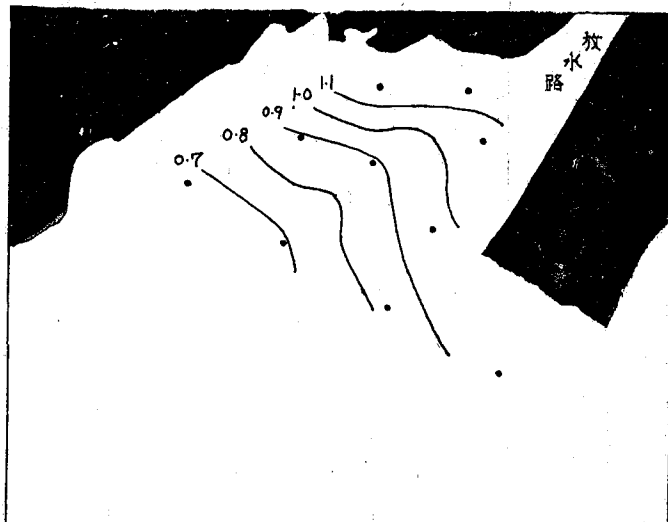


表53 草津地先カキ養殖場における小型懸濁質乾物量 (mg/l)

年月日	潮時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1956. 8. 29	漲潮	1.4	1.1	1.0	0.9	—	—	1.5	1.2	1.0	1.9
" 8. 30	落潮	1.6	1.6	1.5	1.1	—	2.5	1.3	2.0	1.7	1.5
" 10. 18	落潮	3.3	2.3	2.0	3.6	4.1	2.3	2.3	2.9	1.5	—
" 10. 19	漲潮	2.8	3.0	2.7	3.5	2.2	3.2	2.8	3.0	3.6	3.0
1957 5. 15	落潮	3.4	3.2	2.6	3.6	3.4	2.6	4.6	4.0	5.0	4.8
" 5. 17	漲潮	1.8	1.0	1.2	1.8	—	—	1.8	2.4	—	—
" 9. 3	漲潮	3.4	2.2	3.4	1.4	—	—	2.4	2.6	—	—
" 9. 12	落潮	1.2	1.0	1.0	1.4	1.4	—	1.4	1.6	—	—
平均値		2.4	1.9	1.9	2.2	2.8	2.6	2.3	2.5	2.5	2.5

いは意味の少ないことかも知れないが、全調査時にわたる各測点毎の平均値をみると、測点1をのぞく沖の3点（測点2, 3, 4）および測点7が若干値が小さく残余の内部各点は若干大きい傾向が見られる。この点濁度分布と一致する。測点5の値が比較的大きいのは本測点が滞中にあることと、観音埋立の影響による三角波の発生によるものと考えられる。測点1が沖側にあるにもかかわらず、懸濁質係数、濁度、小型懸濁質乾物量いずれの点でも内部水域の特性を強くもつことは、本測点が、落筋より若干それており、いわゆる観音埋立の蔭になっている点を考えると極めて興味あることである。

次に本水域における塩素量(%)について若干考えて見た。塩素量はいわゆる棲息制限因子として貝類の吸水量ひいては摂餌量に影響するものとしてとりあげていることは前述した所である。調査結果の一部は表54に表示した。数値は表層より透明度深まで（大部分は3m以深）の5等分採水によつた*印は水深が

表54 草津地先における塩素量 (%)

年月日	潮時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1956, 3.19		18.15	17.77	18.18	18.14	17.29*	18.05*	18.15	17.27*	18.11*	16.25*
" 3.22		15.41	15.20	15.85	15.74	12.02*	13.99*	15.56*	12.93*	14.68*	15.03*
" 6.28	落潮	15.38	15.02	14.56	14.79	14.34*	14.01*	14.61	13.80*	13.55*	13.33*
" 6.29	漲潮	14.76	14.39	13.74	13.34	13.01	11.97*	13.44	14.03*	12.31*	12.76*
" 8.29	漲潮	11.38	11.66	12.48	11.10	10.82	11.44	11.14	11.21	9.52	9.44
" 8.30	落潮	14.94	15.14	15.33	13.85	14.72*	—	15.11	14.39	—	—
" 10.18	落潮	17.44	16.50	16.75	16.84	15.53*	16.60*	17.04	15.14	—	—
" 10.19	漲潮	17.16	17.32	17.09	16.91	17.35	17.11*	17.11	17.22	16.99*	16.99*
1957, 5.15	落潮	16.88	16.90	16.69	16.20	16.38*	16.17*	16.43	16.74*	16.20*	16.67*
" 5.17	漲潮	17.05	17.16	17.17	17.15	17.11*	17.07*	17.24	16.21*	16.79*	16.72*
" 9.3	漲潮	16.82	16.97	16.98	16.95	17.16	16.95*	16.95	16.93	16.86*	—
" 9.12	落潮	14.04	13.89	13.74	13.63	13.39	13.26	13.58	13.34	13.42	13.48*
1958, 7.21	落潮	15.74	15.69	15.66	15.26	15.49	15.01*	15.52	15.19*	15.00*	14.65*
" 10.31	落潮	17.45	17.49	17.55	17.60*	17.47*	17.41*	17.52*	17.34*	17.47*	17.27*
平均値		15.90	15.79	15.83	15.53	15.15	15.31	15.67	15.13	15.08	14.78
		15.75	15.68	15.66	15.30	14.54	12.35	15.47	14.79	11.47	—

浅く透明度の測定が困難な場合でこのものは表層より底層までの5等分採水による値である。従っていずれもある一定層の値を示してはいない。各測点ともに調査日毎の差が大きいことは前述した各項目の場合と一致する。日々の変化あるいは潮時変化の大きいことは河口域での特長であるが、それらの特異事象がそこに棲息する生物群に何らかの影響を与えることは予想に難くないが、その影響が現実に養殖されているカキにとって如何なる形のものであるかは全く不明である。そこで各測点内に見られる変動については今回は考慮せず、それらの平均値のみについて若干考察してみた。全測点とも塩素量に関するかぎり大差なく、測点1が最高15.90% (CI) で測点10が最低の14.78%を示している。傾向的には沖側が高塩分であるが、これらの差異は各測点内の差(最小差は測点3の5.70%, 最大差測点9の8.59%)に比較すれば問題にならないものである。

塩素量と懸濁質粒子径とは貝類棲息環境の因子となり得ることは本編の最初に述べた所である。そこで今、草津地先をこの二つの要因によって区分してみよう。すなわち、塩素量(%)を2%毎の間隔で0%より18.%以上の間を9区にわけ小さい方から区番号を0, 1, 2, …9とする。懸濁質粒子径は懸濁質係数(a)をもってし、0.1毎の間隔で区分し、これまた小さい値の方から区番号を0, 10, 20, 30, …とする。かくの如き区分を塩素量を横軸に懸濁質係数を縦軸にとれば、そこに a-CI diagram が出来る。塩素量ならびに懸濁質係数の区分を2%あるいは0.1毎にしたのは、明確な基準によるものではないが、カキの吸水量に対する塩素量差の影響は下限域(8%位と考えている)においてはかなり鋭敏であるが、13%以上になると(普通カキ養殖場はこの範囲と考えてよいであろう)かなり鈍くなり塩素量で2%程度の差を必要とするように考えられたからであり、懸濁質係数の場合は全く貝類の生理上の基準によるものではなくて、内湾調査の結果、多くの内湾は0.1毎の等懸濁質係数線によって区分し得ることを経験的に把握しているからである。将来は、これら2要因の区分についての生理生態的意味を明らかにし、より合理的な a-CI diagram を形成する必要はある。

以上の如き各区画はaの区番号と、CIのそれとを組み合わせる番号をもって呼ぶことにする。図87は表51の平均懸濁質係数と、それに対応する表54からの平均塩素量とをもってした a-CI diagram である。簡易垂下式養殖場付近の各測点はいずれも区画番号57に集合しているのに対し、いわゆる採苗場を含む水域内部の各測点は区画番号76, 77, 85, 87, に散在している。このようにカキ養殖場と採苗場あるいは種苗養

成場とが、CI a-diagram によって確然と区分し得ることは極めて興味あることであり、なおかつ、身入れ養成場の方が、懸濁質粒子が大きい傾向にあるのは、すでに述べた同一種類の貝においても大型は小型の貝に対してより大きな粒子を摂取するという点と一致する。

図87 草津地先における a—CI diagram (その1)

数字は測点番号 () は区画番号を示す。

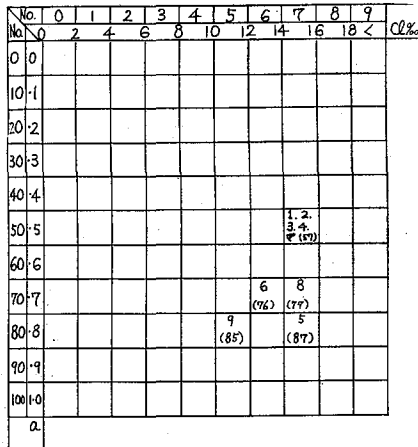
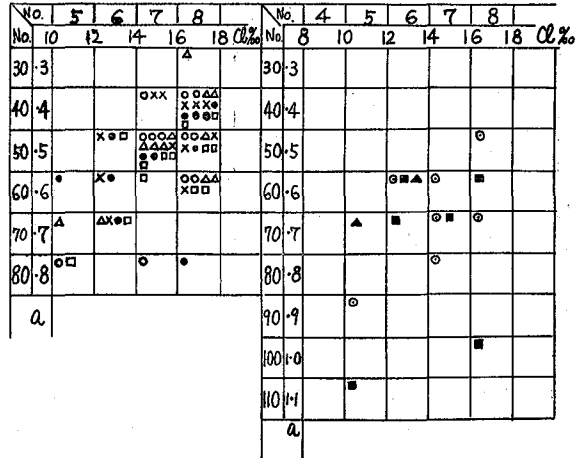


図88 草津地先における a—CI diagram (その2)

○測点1 △測点2 ×測点3 ●測点4
□測点7 ●測点8 ■測点5 ▲測点6



さて以上の区分はいずれも平均値をもとにして行ったものであるが、各測点での各種要因はすでに前述した如くかなりの巾で変動する。各測点について各調査回毎の a—CI の関係を示したのが表88である。外縁測点1, 2, 3, 4, 7を含む diagram と内部測点5, 6, 8, を含むそれとを比較すると前者は後者に比して集成的である。このことは河口域ではむしろ当然の結果であって、河口に近い水域ほど潮時による陸水系水塊と海水との交替がはげしく、降雨等の影響も顕著であることのために内部測点の観測値は分散する。

外縁部養殖場の1956年より'58年までの3年間における初夏より秋にわたる a—CI は大体48, 57, 58程度と考えてよいであろう。

以上が太田川尻草津地先カキ養殖場調査結果の概要である。

第2項 海田湾養殖場

海田湾に関する諸調査結果についてはすでに前編第2章においてかなり詳細にわたって述べたので、本項においてはそれらの結論と本水域におけるカキ養殖との関係について考察する。

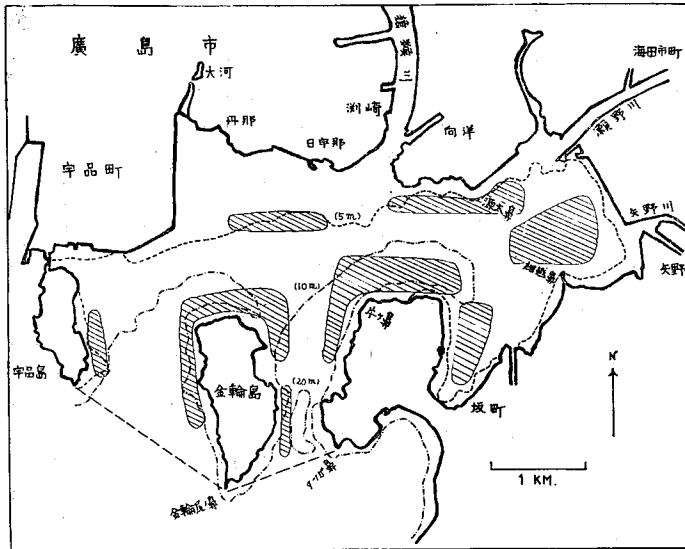
前述した如く、海田湾は広島湾における筏式カキ養殖場の代表的な水域で、最近生産の上で品質低下が云々されて来たとはいえ、いままなお極めて盛んである。漁場の概要ならびに等深度線は表89に示した。

ツツガ鼻—金輪尻ノ鼻—宇品島灯台を結ぶ線の内部を一応海田湾とすれば、大略の面積11.55km²で、20m以深は金輪島東方水道(金輪水道と呼ぶ)の極く一部のみ、その面積は大体0.13km²、全面積の約1.1%にすぎない。10m以深の水域は金輪島西側(宇品水道と呼ぶ)および金輪水道面積約3.13km²、全面積の約27.1%である。湾奥および湾中央は5~10mの水深で、その面積は約5.7km²、約49.4%を占めている。5m以浅の水域は湾奥沿岸各水域および猿猴川尻を含むいわゆる三角水域でその面積は大略2.6km²、約22.4%程度である。

筏式養殖場はすべて5m以深の水域に発達し、その内でも両水道および坂町地先水域が好漁場といわれている。岸近くの浅所は採苗地または簡易垂下式養殖場として使用されているが、その成績は余りよくないとされている。

一般に海田湾の最近のカキ養殖成績は余りよくなく、本湾埋立にともなう漁場消失とも関連し、他水域へ

図89 海田湾漁場図



の進出が著しい。このような最近の傾向から本湾は養殖場としての性格と、いわゆる“生場”として一時的に他所より持ち込んだ水揚げ前のカキ蓄養場の性格をもって来た。この傾向は今後益々強くなるのではないかと考えられる。

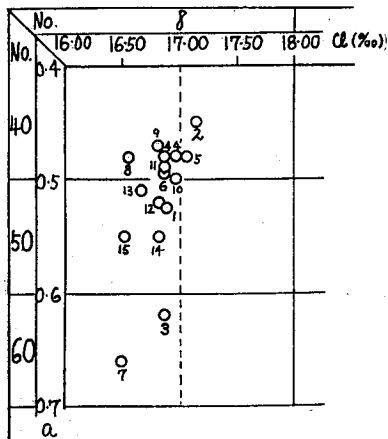
第1編で見た如く海田湾はその特性により大きく3つの水域に区分することが出来る。その1は宇品・金輪両水道部である。勿論前述した如く、これら2水道は必ずしも同一の性格を示すものではなく、詳細に見れば若干の相異はあるが一応春・夏の頃は比較的高塩分で干満

の差も小さく、懸濁質係数および濁度も他に比べて一般に小さい。これら特性値の変化は内湾水のそれより、外開水の変化に従属的であると考えられる。その2は湾奥部であって本水域は一般に低塩分で懸濁質係数あるいは濁度は大きい、すなわち懸濁粒子は小さく、その量は比較的多く、静穏時は余り大きな変化は見られないが、降雨、風浪の影響は受けやすく、水塊は停滞的である。その3は、いわゆる河口域であって塩分その他すべて満干潮時の差が大きい。

一般にカキの好漁場は第1型式の水域に相当する。なお、現在の採苗場は第2、3型式水域で行なわれており第1型水域では見られない。

本湾は内湾の肢湾でありながら、秋、冬にかけてはかなり沖合性の性格を示し、湾全域の区分は不明確になる。これらの点が、本湾をして広島における筏式養殖の中心に位置づけた理由の1つであろう。

表55は海田湾における採苗期・養成期別に整理した懸濁質係数(a)ならびに平均塩素量(CI)を示した図90 海田湾採苗期のa-CI diagram (添数字は測点番号)



ものである。塩素量は表層より10m層まで(0m, 0.4m, 1m, 2m, 5m, 10m)の平均値である(ただし°印は0mより透明度までの5等分採水の結果であり、*印は0mより10mまでの5等分採水である)。本表には潮時を記入しなかったがその大要は表42で承知されたい。

図90は夏期採苗時期の各測点別平均 a-CI diagram である。塩素量は大体16.5%から17.5%の間にあり、すべての測点が a-CI diagram では No. 8 に相当している。これらは詳細に見ると、測点は7, 8, 15によって代表される。いわゆる三角水域を含む猿猴川尻および湾奥の測点13が大体16.5%で最低値を示している。これに対し、測点2, 5の水道部17.00%以上で最高値を示す。他の測点はすべてが16.80%~17.0%の間であってほとんど類似と見做し得る。これに対し a 値では測点3および7が0.6台であり、測点1, 12, 13, 14, 15が0.5台、他はすべて0.4台の値を示している。これらを今 a-CI 数で整理すれば

a-CI 数68に属する測点は三角水域の測点3と。猿猴川尻測点で、大体このあたりが従来海田湾における採苗場の中心であったと考えられる水域である。a-CI 数58に相当する測点は1, 2, 3, 14, 15であって、三角水

表55 海田湾平均塩素量(CI)および懸濁物質係数

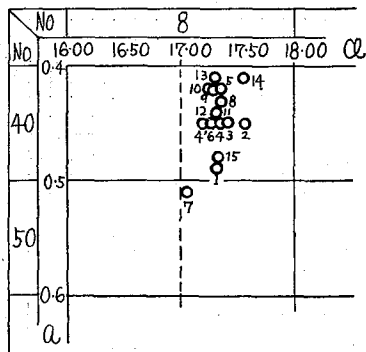
*印…10mまでの5等分採水結果

○印…透明度深までの5等分採水結果

採 苗 期	年月日	10mまでの5等分採水結果																
		1	2	3	4	4'	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1955. 8. 11	a	0.54	0.46	0.51	0.44	0.46	0.39	0.42	0.45	0.43	0.46	0.61	0.40	0.45	0.40			
		16.82	17.12	16.94	16.97	17.02	17.14	16.98	16.85	16.72	16.89	17.08	16.97	16.80	16.83			
		a	0.55	0.41	0.42	0.45	0.45	0.42	0.71	0.45	0.48	0.48	0.49	0.50	0.47	0.57		
		16.45	16.99	16.57	16.51	16.66	16.87	16.42	15.60	16.77	16.89	16.31	16.71	16.90	16.71	16.90		
		a	0.56	0.44	0.60	0.61	0.56	0.54	0.85	0.51	0.48	0.50	0.47	0.55	0.54	0.54		
		17.09	17.20	16.95	17.05	17.04	17.15	17.04	16.40	15.78	16.30	17.15	17.14	16.95	17.09	17.09		
		a	0.56	0.51	0.52	0.46	0.49	0.51	0.52	0.59	0.57	0.54	0.49	0.59	0.52	0.54		
		17.17	17.22	17.16	17.08	17.03	17.19	17.13	16.95	17.07	17.23	17.11	17.13	17.05	17.05	17.09		
		a	—	—	0.70	0.52	0.50	0.47	0.58	16.65*	—	—	—	—	—	—	0.60	0.60
		1958. 8. 19	CI	—	—	—	16.78*	16.93*	17.22*	—	—	—	—	—	—	—	16.75	16.46
1955. 10. 17	a	0.55	0.45	0.62	0.48	0.48	0.85*	16.65*	16.65*	16.49*	16.66*	16.48*	16.67*	16.45*	15.27*	16.88*	16.54*	
		16.88	17.13	16.85	16.84	15.93	17.07	16.83	16.49	16.56	16.79	16.91	16.85	16.80	16.64	16.81	16.50	
		a	0.59	0.54	0.50	0.50	0.51	0.48	0.49	0.36	0.46	0.44	0.44	0.36	0.49	0.49	—	—
		16.63	16.73	16.83	16.64	16.64	16.19	16.19	16.10	16.79	16.35	16.51	16.51	16.13	15.79	—	—	—
		a	0.42	0.51	0.54	0.50	0.56	0.50	0.49	0.51	0.44	0.44	0.44	0.42	0.57	0.43	—	—
		16.89	17.14	16.66	16.90	16.67	16.53	16.48	16.34	16.21	16.86	16.86	16.59	16.12	16.63	—	—	—
		a	0.50	0.50	0.58	0.50	0.51	0.48	0.52	0.79	0.56	0.53	17.53	0.48	0.37	—	—	—
		17.12	17.44	17.12	17.04	17.18	17.01	17.20	17.31	17.45	17.52	17.41	17.53	17.63	17.61	—	—	—
		a	0.70	0.38	0.37	0.47	0.48	0.48	0.46	0.49	0.46	0.50	0.50	0.57	0.45	—	—	—
		10.25	CI	17.47	17.51	17.40	17.24	17.07	16.95	17.00	16.67	17.62	17.49	17.30	17.55	17.63	17.59	—
1956. 2. 24	a	0.55	0.42	0.45	0.39	0.39	0.36	0.35	—	—	—	0.31	0.38	0.34	0.39	—	—	
		17.81	17.75	17.81	17.68	17.74	17.17	17.47	17.64	17.41	17.04	16.70	16.74	17.11	16.76	—	—	
		a	0.29	0.27	0.26	0.31	0.27	0.32	0.52	—	0.46	0.45	—	0.42	—	—	—	—
		17.28	17.73	17.14	16.90	16.11	17.64	17.19	15.20	17.30	17.40	17.13	17.47	17.76	17.61	—	—	—
		a	0.43	0.51	0.50	0.45	0.41	0.38	0.44	0.39	0.39	0.43	0.50	0.28	0.38	—	—	—
		17.31	17.81	17.48	17.72	17.78	17.81	17.53	16.96	17.36	17.36	17.65	17.40	17.56	17.36	—	—	—
		a	0.48	0.46	0.44	0.44	0.49	0.45	0.39	0.46	0.45	0.40	0.45	0.45	0.40	0.41	—	—
		18.10	18.16	18.15	17.93	17.90	17.89	17.91	17.98	17.98	17.91	17.59	17.88	18.01	17.91	—	—	—
		a	—	—	0.54	0.45	0.44	0.55	0.45	0.60	0.57	0.47	0.46	0.46	0.52	0.46	0.42	0.53
		12. 6	CI	—	—	17.31°	17.36°	17.22	17.35°	17.34	17.11°	17.28	17.30	17.25°	17.26	17.28	17.29°	17.20
1957. 3. 5	a	—	—	—	0.40	0.58	0.54	0.48	0.41	0.42	0.37	0.39	0.38	0.35	0.40	0.52	0.49	
		—	—	17.02°	16.77°	15.71	16.95°	16.64	16.99°	16.84	16.75	16.94°	16.96	17.01	17.04°	17.20°	16.46	16.46
		a	—	0.30	0.36	0.39	0.37	0.43	0.40	0.36	0.34	0.33	0.35	0.43	0.32	0.31	0.40	0.40
		17.95	17.90°	17.97	17.99°	17.97	17.99°	17.97	17.90°	17.98	17.96	17.87°	17.93	18.10	17.81°	17.96°	17.73	17.73
		a	—	0.41	0.39	0.33	0.36	0.37	0.36	0.36	0.38	0.38	0.38	0.38	0.33	0.35	0.37	0.43
		18.10°	18.00°	17.87	17.93°	17.63	17.93°	17.63	17.93°	17.85	17.86	17.88°	17.82	17.72	17.86°	17.90°	17.67	17.67
		a	—	0.52	0.54	0.51	0.48	0.48	0.49	0.47	0.47	0.49	0.47	0.47	0.45	0.44	0.56	0.56
		17.56*	17.54*	17.54*	17.53*	17.54*	17.53*	17.53*	17.57*	17.53*	17.53*	17.53*	17.60*	16.96*	16.96*	17.64*	17.75*	17.75*
		a	0.49	0.45	0.45	0.45	0.45	0.42	0.45	0.51	0.43	0.42	0.44	0.44	0.44	0.41	0.48	0.48
		17.32	CI	17.42	17.37	17.20	17.34	17.24	17.05	17.38	17.33	17.26	17.32	17.31	17.30	17.57	17.33	17.33

域の影響を強く受ける水域（測点1, 14, 15）と湾奥とがこれに属する。湾奥における採苗は従来より測点12, 13で代表される水域よりさらに沿岸の浅所であって、 $a-CI$ 数は若干大きく測点3, 7にむしろ近いのではないかと推定される水域で行なわれて来た。最近いわゆる沖採苗の試みが各所で行なわれているが、測点12, 13付近もその一部をなしている。測点1は宇品水道にあるわけであるが、すでに前編で見た如く三角水域の水が流出する通路にあたっている点を考慮すれば、あるいは当然の結果かとも思われる。測点14, 15も大体、同様の原因によると考えられる。その他の測点はいわゆる海田湾における筏式養殖の中心をなす水域に属しており、これらすべてが、 $a-CI$ 数48を示していることは、前項の草津地先漁場と比較して興味深い。ここで注意しなければならないのは平均塩素量の求め方であって、本水域のそれは、大部分が表層から10m層までの平均値であるに対し草津地先のそれは表層より透明度深まであるいは底層まで（この場合は水深が浅く透明度が測定不能）であって、どちらかといえば全般的に低塩分の方向に評価される傾向があるということであろう。いずれにしても本水域は $a-CI$ 数から見ればかなり沖合に見られる性格を示している点で注意すべきものと考えられる。

図91 海田湾養成期の $a-CI$ diagram
(添数字は測点番号)



一方身入れ養成期である秋より冬にかけての事情は図91に示した。測点7をのぞく、全測点はすべて $a-CI$ 数48に属する。測点1, 15はその内でも最も48に近く採苗期で見た如く、これら諸点を含む、猿猴川尻および宇品水道西側は一般に沿岸性を強く表わす水域である。他の諸点は極めて近似した $a-CI$ 数を示している。この点（ a, CI いずれも養成期の全平均値）では各水域（水道部、湾奥部、湾中央部）とも大差ないものと考えてよい。しかし、聴取り調査によれば、湾奥が最も身入りが悪く、水道部が最良である。これらの差異はあるいは流速の差乃至は筏台数（単位面積当り）の相異なるのかも知れない、これらは今後の重要課題である。いずれにしても本水域は、草津沖の簡易垂下式養殖場と比較してかなり内湾的地形にあるにもかかわらず $a-CI$ 数は小さく、いわば沖合的性格が強い。その

上小型懸濁質乾物量の点（前編参照）からも特に本湾が少ないということは考えられないことを思えば、本湾での身入りの悪くなる傾向は、 $a-CI$ 数には直接関係しない、筏台数の過剰による自己汚毒等に帰因するカキ活性度の低下によるのではないかと考えられる。これらについては今後さらに研究するつもりである。

第3項 島嶼周辺養殖場

島嶼周辺養殖場はほとんどが養成場として活用されており、その行使状況は江田内の一部をのぞくほかは、いわゆる移殖場であって海田湾、江波、草津、地先である程度成育したものを、通しがえの時あるいはその後身入れのために移殖乃至は移動する。通しがえは種苗（一年物、二年物…抑制種、がある）として比較的密に飼育したものを、間隔を拡げる操作で一般に盛夏の頃から初秋にかけて実施される。この時は種苗を船で運搬し筏の上で作業が進められる。従ってこの場合には筏の移動は見られない。移動は筏式養殖の特長で、海田湾、江波あるいは草津地先で通しかえを行ない、そこで若干育成したものを秋に筏ごと船で曳航して所定の位置に設置する。図92は広島湾における筏式カキ養殖場の位置を示したものである。図中破線をもって囲んだ水域はそれぞれの漁場区分でA, B, Cはいわゆる湾内筏式養殖場の中心であって、その周辺に作業場が存在（広島では一般にカキ打場という）し、島嶼周辺養殖場（I. II. III. IV等）に対しては、いわば基地的性格をもっていると見做し得る。

A漁場は主としてIII, IVに移殖し、BはI, II, Cに移動する。C漁場は二年物の生産が盛んであり、従って筏台数の変化は余り大きくない。表56でも明らかな如く、III, IV漁場で筏台数の変化が著しく、この意味では典型的な移殖漁場の性格をもっている。筏の台数は年により異なるので、今その百分率をもってA漁場とIII, IV漁場との間における筏移動を見てみよう。表56で、10月はいわゆる“通しがえ”もおわり、ある程

度の筏移動も行なわれ、養成最盛期に入らんとする時期である。6月は収穫も終わり*、次の生産の準備期で、筏の修理等資材整備のため基地に集結することが多い。これらの事情は表56からも伺うことができる。Aが10月で約44%であるに対し、6月の生産終了期には約60%とかなり高率を示し、筏の集結が見られる。一方移殖場は逆に10月の養成期にはⅢが12.0%、Ⅳで約7%を示すものが6月には約5%、4.5%と減少している。

このような島嶼部の養成漁場は如何なる特性をもつものであるかを吟味するために、Ⅲ漁場の切串地先について若干調査した。身入れ期である冬期の a-CI diagram は図93に示した。塩素量はほとんどが表層より透明度深までの5等分採水による結果である。12月にa値が若干大きくなり0.5

図92 広島湾筏式カキ養殖場

○漁場概略位置 ⊙真珠養殖場 ×試験筏（定点）
A～B, I～Ⅳ漁場区分
数字は筏台数(1959年6月現在)

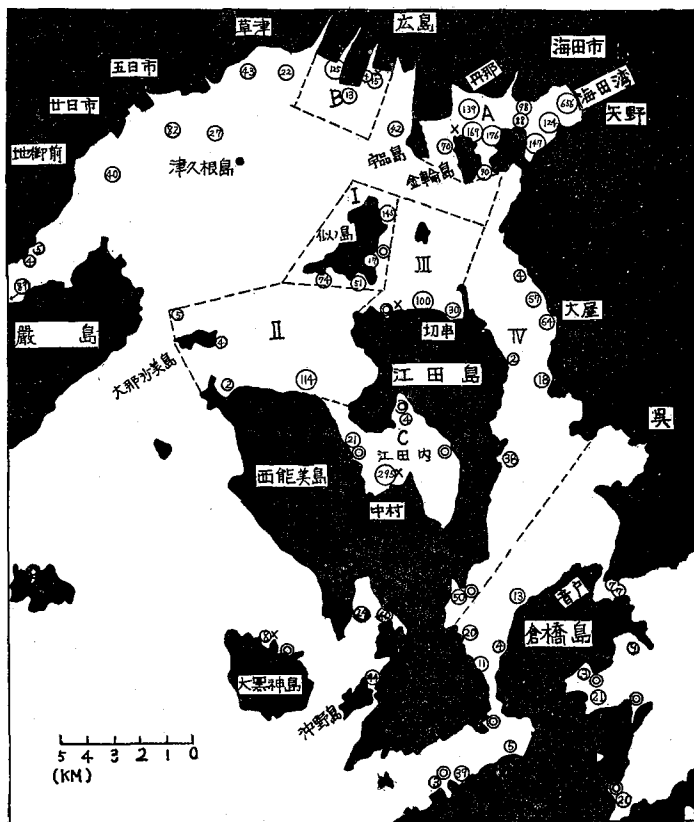


表56 水域別時期別カキ筏台数

		A	B	C	I	II	III	IV	計
1958年10月	台数	1,118	165	367	253	142	305	189	2,539
	%	44.03	6.48	14.45	9.96	5.59	12.01	7.44	—
1959年6月	台数	1,829	149	357	306	125	171	138	3,075
	%	59.47	4.85	11.69	9.95	4.07	5.56	4.49	—

台を示したが、他はすべて0.4台である。考察期間の平均 a-CI 数は48で、この点では前項海田湾の養成期と大体類似である。本水域は図92に示した如く真珠養殖場でもある。

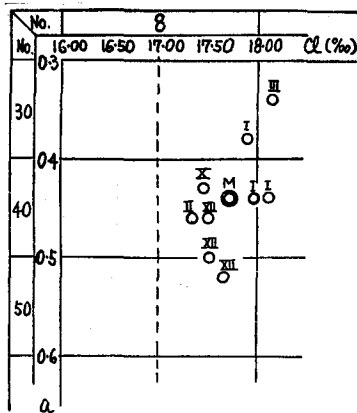
調査結果は示さなかったが、本水域は比較的降雨の影響が顕著で、特に表層は太田川をはじめ湾奥の影響を強く受けるようである。従って比較的雨量の多い夏期の事情は a-CI 数も大きい。このように本水域はい

* 従来は4月で一応収穫終了とされていたが、最近では缶詰加工原料として5月一杯位までは収穫が行なわれる。

** 広島湾のみならず、中部瀬戸内海の真珠漁場は一般にカキ漁場と混在している。

図93 切串カキ養成場における冬期の
a-Cl diagram (1957年10月～
1958年 3月)

数字は月, Mは平均値。



いわゆる島嶼ではあるが、その性格は海田湾と大差ないものである。この傾向は水域Ⅰ・Ⅱ・Ⅳにも大なり小なりあてはめることが出来る。すなわち懸濁質係数で見ると、水域Ⅲの3点平均が0.50 (1956年9月26日) である時水域Ⅰは $a=0.57$ を示し、むしろ内湾性を強くしているなどはその一例である。

以上極めて簡単ではあるが、いわゆる島嶼部の養成漁場について若干考察したわけである。その結果はこれら水域とても養殖場として利用されている範囲内では、海田湾等いわゆる内湾養殖場と大差ない a-Cl 数を示している。

従ってこれら島嶼部水域の養殖の意義は、従来より使用されて来た内湾養殖場 (例えば、海田湾、広島市沿岸特に江波、草津地先) の狭少さを打開するためのものとして使用される点が大きく、本水域が、環境的に内湾養殖場と本質的な差があり、これがカキ生活史のある段階に適合して画期的な生産的意味をもつというようなものではないように考えられる。この点では、草津地先で従来行なわれて来たいわゆる“沖出し”の操作の

比較的大規模なものとして理解すべきではなかろうか。

第4項 広島湾養殖場の総合的考察

広島湾カキ養殖場に関するそれぞれの特長については以上3項に述べたわけであるが、それらの総合的比較に関しては必ずしも充分とはいえない。本項においては前述までの総括に加えて、いわゆる試験養殖およびそれらに伴う環境調査結果をもとにして若干広島湾カキ養殖場の相互比較をしようとする。

懸濁質係数にしても、今まではすべて表面より透明度までの間の資料にもとづいて算出し、論議はこれらをもとにして行ったわけである。しかし養殖場によっては各種特性が垂直的にかなりの変化をすることも考えられるし、実際の養殖においても、水層別収量の良否が問題になる場合が多い。従って環境調査も出来得れば、上層、中層あるいは下層位の区分で実施することが望ましいわけである。本項においてはこの点にも若干ふれた。

広島湾におけるカキ養殖場は大きく種苗場 (採苗地をも含む) と身入れ養成場とに2分出来、従来の種苗場は一般に浅所がえらばれた。最近ではこれら浅所が埋立の対象地となったり^{**}、あるいは導流堤の構築等によりまた場合によっては各種廃水の影響等で、その価値は段々低下して行く傾向にある。これが対策としての筏による沖採苗あるいは筏種苗育成が大きな問題として浮び上っている。いずれにしても従来とも採苗場として重要な位置にあった草津地先干潟域、あるいは海田湾猿川浅所は a-Cl 数は比較的大きく前者が大体76, 77, 87程度、後者が68程度と考えられる。

一方養成場は、草津地先を中心とする宮島沿線 (五日市、廿日市等) に発達したいわゆる簡易垂下式養殖場と、海田湾、江田内、広島市地先 (江波町を中心とする) を中心とした筏式養殖場 (湾内養殖場と呼ぶ) および、島嶼周辺に存在する移殖漁場 (沖出し漁場という方がよいかも知れない) の3つに区分することが便利であろう。

これら養成場の a-Cl 数はいずれも採苗場のそれよりは小さく、草津地先の簡易垂下式養殖場の値は57、(夏季) から47, 48 (秋・冬) が見込まれる。湾内養殖場の場合、海田湾では48程度 (表57参照) 江田内養殖場はかなり特異な懸濁質係数を示し、a-Cl 数で38~48 (表58) が認められ海田湾よりは若干懸濁質係数は小さいようである。

* この結果としての製品の悪化、あるいは経営規模の固定化が見られる。

** 海田湾の埋立、*** 太田川放水路の導流堤構築はその好例である。

表57 広島湾カキ養殖場における水層別懸濁質係数 (その1)

定 点	水 層	1 9 5 6		1 9 5 7					平 均
		VII・20	VII・26	I・7	I・22	I・30	II・8	III・7	
金輪島定点	上	0.44	0.48	0.62	0.52	0.65	0.56	0.54	0.54
	中	0.31	0.36	0.30	0.40	0.23	0.41	0.25	0.35
	下	0.46	0.42	0.42	0.42	0.33	0.36	0.36	0.38
	平均	0.40	0.42	0.45	0.45	0.40	0.44	0.35	0.42
	T. D.	9.0	9.0	11.0	9.8	8.0	5.4	8.6	—
	a*	0.47	0.46	0.52	0.44	0.41	0.48	0.40	0.45
切串定点	上	0.50	0.56	0.56	0.57	0.42	0.58	0.51	0.53
	中	0.39	0.31	0.30	0.42	0.35	0.38	0.25	0.34
	下	0.41	0.45	0.30	0.36	0.38	0.42	0.40	0.39
	平均	0.43	0.44	0.39	0.45	0.38	0.46	0.39	0.42
	T. D.	7.0	8.7	7.9	9.8	8.0	8.9	7.4	—
	a*	0.52	0.46	0.38	0.44	0.38	0.46	0.34	0.43

表58 広島湾カキ養殖場における水層別懸濁質係数

定 点	水 層	1 9 5 8			1 9 5 8				平 均
		VII・18	VIII・17	平均	IX・30	X・29	XI・27	XII・10	
吉島定点	上	0.56	0.52	0.54	0.62	0.41	0.59	0.59	0.55
	中	0.42	0.63	0.52	0.54	0.57	0.61	0.52	0.56
	下	0.52	0.69	0.60	0.58	0.54	0.56	0.47	0.54
	平均	0.50	0.61	0.55	0.58	0.51	0.59	0.53	0.55
	T. D.	5.1~5.4	5~6	—	4~5	7~8	5.8	5	—
	a*	0.56	0.52	0.54	0.65	0.55	0.57	0.60	0.59
大黒神定点	上	0.33	0.41	0.37	0.50	0.38	0.49	0.56	0.48
	中	0.39	0.41	0.40	0.45	0.33	0.40	0.41	0.40
	下	0.50	0.47	0.48	0.42	0.35	0.44	0.45	0.42
	平均	0.41	0.43	0.42	0.46	0.35	0.44	0.47	0.43
	T. D.	8~10	7.6~7.8	—	5.3	9~10	8.7~9	6~7	—
	a*	0.36	0.42	0.39	0.50	0.39	0.48	0.56	0.48
江田内定点	上	0.36	0.44	0.40	0.48	0.29	0.50	0.54	0.45
	中	0.35	0.35	0.35	0.36	0.30	0.38	0.40	0.36
	下	0.28	0.33	0.30	0.35	0.35	0.49	0.36	0.39
	平均	0.33	0.37	0.35	0.40	0.31	0.46	0.43	0.40
	T. D.	10	9.8~10	—	10~11	16	11~12	9~11.5	—
	a*	0.35	0.33	0.36	0.40	0.36	0.42	0.46	0.41

島嶼周辺の事情は一般に海田湾・江田内と大差なく、a-Cl 数からは、強いて両者を区分する必要はないように考えられる。

今懸濁質係数について、これら養成場の構造をより詳細に吟味してみよう。このための調査点は図92の×印で示した。すなわち金輪島北岸の金輪島定点、広島地先の吉島定点、江田島北岸の切串定点、同江田内定

点および大黒神島北岸大黒神定点の5定点である。

得られた結果は表57, 58に一括した。表57の上, 中, 下層の区分は上層が0 mから2 m, 中層は2~5 mで下層は5~7 mである。T. Dは透明度深(m)で常法に従い30cm直径の白色透明度板で測定した。aは今までに述べて来た懸濁質係数で, 透明度深と消散係数とより求めた値である。上, 中, 下層毎の懸濁質係数は, 各層毎に5等分採水を行ないかくして得られたそれぞれの採水中の一定量を一につに混合し, これをMembrane filterで濾過して得た小型懸濁質乾物量(Smg/ℓ)と, 各層毎に求めた平均消散係数(μ ...1 m当り消散係数)をもとに $\mu = k'S^{0.2}$ (ただし $k' = 0.64a - 0.055$)を使用して得た計算値である。表58中T. D, aは前表と同様であるが, 上, 中, 下層の懸濁質係数算定の基礎となった, 小型懸濁質乾物量(Smg/ℓ)は2 m層, 4 m層, 6 m層における1時間内毛細管採水による試水をMembrane filterによって濾過したものであり, 各層の消散係数(μ)は1 m~3 m間, 3 m~5 m間, 5 m~7 m間の間1 m当り消散係数を

あて, 上述計算式をもつて求めた。

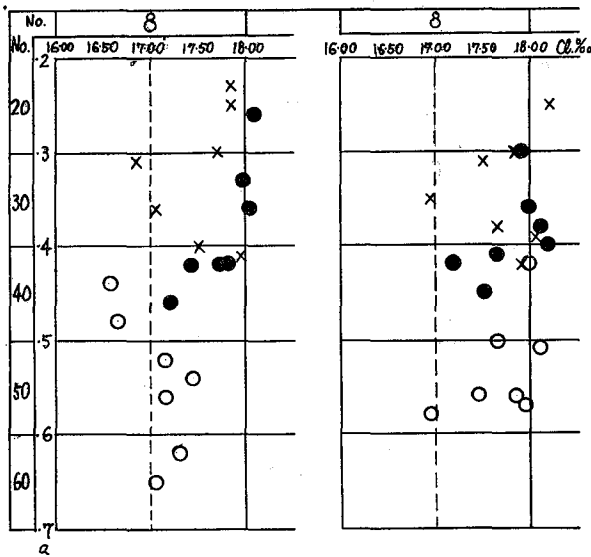
両表とも常法による懸濁質係数(a^*)と各層毎に求めた懸濁質係数の平均値との間にはかなりの類似性が認められる場合もあるが, 大きな差異を示す場合もある。しかし, ある程度の期間の平均値をとればかなり両者は一致する点は興味がある。

各測点, 各調査回毎の層別計算懸濁質係数はかなりの差異が認められる。一般的傾向としては, 各測点とも表層の懸濁質係数値が大きい。このことは内湾における一特長と考えられるし, 係数値の大きいことは沿岸性の強さを示すわけで, 塩素量の垂直分布とも一致する。

表57による金輪島定点(湾内養殖場)と切串定点(移殖養殖場)との間に現られる(a^*)の差異はほとんどなく調査期間内における全平均値も前者が0.45, 後者が0.43である。両定点における各層毎の値も大体類似の結果を示している。特

図94 金輪島, 切串定点における a-Cl diagram

左…金輪島定点 右…切串定点
○…上層 ×…中層 ●…下層



に3層とも全期間平均値は2定点とも全く一致していると見てもよいであろう。

図94は金輪島, 切串定点での a-Cl diagram である, 両定点とも表層の a-Cl 数が大きく, 次が底層, 中層は最も小さい。ただ全般的に塩素量では切串定点の方が若干大きい。上層の値の大きいことはすでに前述した如く陸水の影響によるものと考えられる。下層のそれが中層に比較して大きいことは直ちに云々するわけには行かないが, あるいは底土の影響によるのかも知れない。なお, 両定点の中層 a-Cl 数が極めて小さい値を示す理由は今後の問題であろうが Contaminate されることの少ない水の存在を示すと見てよいだろう。

図95は吉島, 大黒神島および江田内(図92参照)3定点における a-Cl diagram である。この場合, いずれの定点も前述の金輪島, 切串定点ほど顕著な層別差異は見られないが, 江田内定点の場合は若干層別区分が認められる。しかしこの場合の a-Cl 数の大小は, 上層>中層>の順に小さくなる傾向が見られる。これは本定点は極めて透明度がよく(表58参照), この点では一般の内湾と大きな差があり, 水深も比較的大きいことによる底土の影響の小さいためとも考えられる。

a-Cl 数は図95 で明らかかなように大体吉島, 大黒神島, 江田内の順に小さくなる傾向が見られる。しかし

塩素量の点では大黒神島定点が最も高く、大体18,00%以上を示している。吉島地先定点が、若干の例をのぞくほかは、3層とも大体58を示すことは、草津地先簡易垂下式養殖場と極めて類似している点で興味ある事柄である。

以上の5定点を a-Cl 数の大きさ順にならべると大体次のようになる。

吉島定点 > 金輪島定点 > 切串定点 > 大黒神島定点 > 江田内定点。

次にこれら諸定点における小型懸濁質乾物量 (mg/l) を表59に示した。金輪島、切串両定

図95 吉島(左), 大黒神島(中), 江田内(右)各定点における a-Cl diagram

数字は月を示す。○…上層 ×…中層 ●…下層

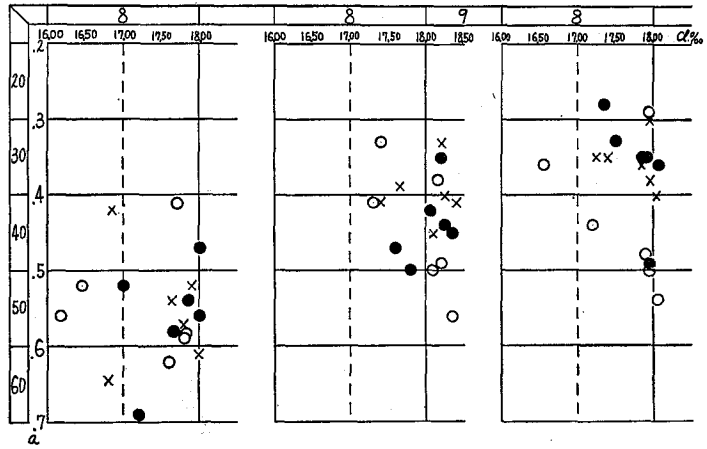


表59 小型懸濁質 (mg/l)

定 点	年 月 日	1 9 5 6				1 9 5 7				平 均
		XII·20	XII·26	I·7	I·22	I·30	II·8	III·7		
金輪島	上	3.6	2.0	0.8	0.8	1.9	3.1	2.1	2.04	
	中	3.4	1.8	3.0	0.6	1.6	1.8	1.8	2.00	
	下	3.0	1.8	3.2	0.8	1.6	2.0	1.5	1.99	
	平均	3.33	1.87	2.33	0.73	1.70	2.30	1.80	2.01	
切串	上	4.0	2.0	2.2	1.2	2.0	1.3	1.3	2.00	
	中	3.8	2.2	2.2	1.0	1.7	1.4	1.5	1.97	
	下	3.6	2.4	1.6	1.2	1.5	1.6	1.1	1.86	
	平均	3.80	2.20	2.00	1.13	1.73	1.43	1.30	1.94	
定 点	年 月 日	1 9 5 8			1 9 5 8				平 均	
		VII·18	VIII·17	平均	IX·30	X·29	XI·27	XII·10		
吉島	上	1.2	1.2	1.20	2.4	1.6	0.5	1.0	1.38	
	中	2.7	0.7	1.70	1.3	1.2	0.6	1.4	1.12	
	下	1.0	0.9	0.95	1.6	1.5	1.4	1.4	1.48	
	平均	1.63	0.93	1.28	1.76	1.43	0.83	1.27	1.32	
大黒神島	上	0.9	0.9	0.90	1.1	0.7	0.9	1.3	1.00	
	中	1.0	0.6	0.80	1.5	1.0	1.7	1.5	1.42	
	下	1.5	0.9	1.20	1.2	1.1	0.9	1.6	1.20	
	平均	1.13	0.80	0.97	1.27	0.93	1.17	1.47	1.21	
江田内	上	1.0	0.7	0.85	1.3	0.3	0.3	0.5	0.60	
	中	1.0	0.5	0.75	0.5	0.4	0.2	0.8	0.47	
	下	1.1	0.6	0.85	0.5	0.3	0.2	0.8	0.45	
	平均	1.03	0.60	0.82	0.77	0.33	0.23	0.70	0.51	

点について見ると両点ともに調査日によってかなりの変化が見られるが、各調査日毎の各層間の差異は特別

の日（金輪島定点1月7日）をのぞいては、極めて類似の値を示している。すなわち小型懸濁質乾物量は、大体10m程度では層毎の差異は余り考えられない。また両定点の全期間中における層毎平均値はこれまた極めて似ておりこの点からも金輪島、切串両定点の差は小さい。吉島、大黒神島、江田内3定点について、まず7月、8月頃の事情を見ると、全体的には吉島>大黒神島>江田内の順である。層毎の差異はこの場合にも認められない。9月より12月の間の事情も大体前期のそれと類似の結果であるが、本期の江田内は極めて小さな値を示す。この理由については全く不明である。

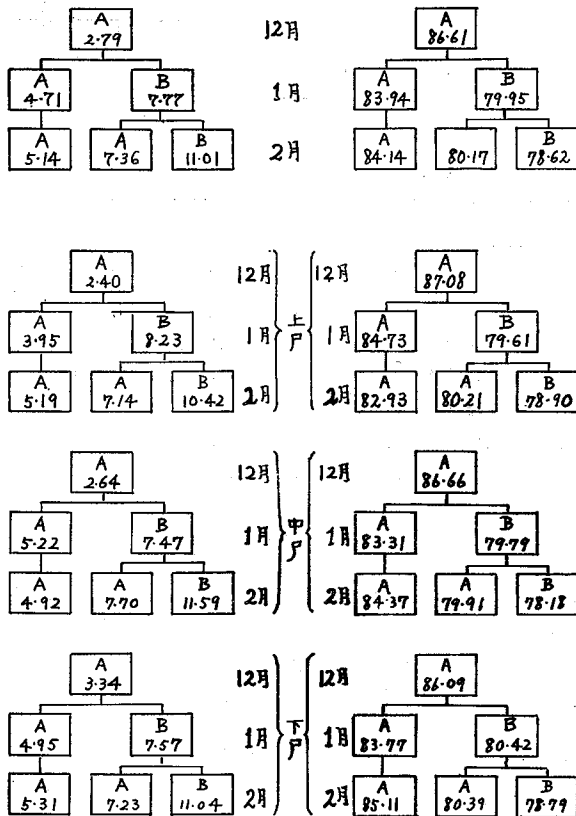
以上を総合すると広島湾におけるカキ養殖場は大体次のように考えられる。

i) 採苗場は一般に a-CI 数が大きく68以上が見込まれる。これら水域は河口域およびごく岸近くの浅所に見られる。

ii) 簡易垂下式養殖場および広島市地先筏式養殖場は注入河川水の影響等によるためか一般に a-CI 数な

図96 金輪島養殖地 (A) と切串養殖地 (B) との
移殖結果 (結線は移殖系統を示す)

左…身入り度 右…水分含量



らびに小型懸濁質量が比較的大きいようである。

iii) 海田湾、江田内等内湾筏養殖場の a-CI 数は余り大きくなく、特に秋より冬期にかけては大体48程度を示し、島嶼周辺のいわゆる移殖場と大差ない。

iv) 計算式による懸濁質係数の垂直分布を見ると中層に極めて小さい値を示す場合が見られるが、これらについてはさらに追究する必要がある。

v) 特に注意すべきは、a-CI 数にしても小型懸濁質量にしても海田湾(A)と切串漁場(B)とは大差ないにもかかわらず、図96に示す如く「身入り度」あるいは水分含量では顕著な差異の認められることである。

すなわち、内湾筏養殖場と島嶼周辺移殖養殖場との間には a-CI 数あるいは小型懸濁質量に関する基本的差異は見られないが、流速あるいは養殖密度等の差によるカキ生産上の相違が現象するようである。

vi) 従って本水域全体として考察するならば、カキ養殖が、単にカキを作るに止まらず、いわゆるカキ剥作業をも含むことを考えれば、養殖業者のみの移住によって養殖が成立するものとは考えられ

* “身入り度”とは業者間にいわれている“身入りの良否”に相当するもので、単なる成長の良否ではない。いわば肥満度に近いもので、その中には感性的、色彩的要素も含まれている。著者等はこの“身入りの良否”が、貝殻の内容積 (V ml) と肉質部の乾燥重量 (G g) との比あるいは肉質部の含水率によって相当程度表現出来ることを知り、前者の比を一応“身入り度”と仮称している。すなわち“身入り度”(F) は次通りである。

$$F = \frac{G}{V} \times 100$$

ただし G……肉質乾燥重量 (g)

V……(カキ全体の排水量) - (貝殻のみの排水量) 単位 ml

ず、この点から、従来からの生産基地による生産が継続されるわけで、漁場利用の面でもこの拠点生産を考慮に入れざるを得ない。すなわち地先権の問題等は充分合理的な考えのもとに解決する必要がある。

第4節 カキ養殖場の特性

カキ養殖場の特性を標示する要因については、各研究者の立場において色々のものが提案され、吟味されていることは周知の如くである。著者等は本研究において主として、餌料環境の一要素となるであろう水中懸濁質の質量（具体的には懸濁粒子径の相対的大小を示す懸濁質係数(a)、および量内標示としての濁度、乾物量をもってする）および棲息制限因子の一つとして考えた塩素量を取りあげ、特に懸濁質係数(a)と塩素量(CI)とで得られる a-CI diagram を中心に、松島湾、万石浦より、舞鶴湾、中海、さらには広島湾におよぶ、カキ養殖場の調査を行ない、これら養殖場間にはかなり共通した特性のあることを明らかにした。

i) カキ養殖場は大きく2つに分けることが出来、その1つはいわゆる採苗をも含めた種苗場であり、他の1つは養成場である。

ii) 従来とも種苗場は一般に沿岸浅所が多くえらばれているが、松島湾、万石浦に見られる如く、逆に島嶼周辺あるいは水道部に存在する場合もある。これら水域の共通した特長は a-CI 数がかなり大きいことで、大体68位から77, 78、程度と考えられる。

iii) 養成場の a-CI 数は、調査の範囲内では大体58, 48程度が見込まれる。

iv) 松島湾、万石浦は大体58, 以上を示す水域が多くこの意味からは養成場としては不適当なことが予想され、もし施設その他が許されるとすれば、いわゆる湾口部の沖合に養成場を形成すべきと考えられる。

v) 舞鶴湾、中海をはじめ日本海沿岸内湾は極めて顕著な躍層が見られるので、著者等が主として行なった透明度までの懸濁質係数を使用しての a-CI 数では不充分であろう。舞鶴湾にしても中海にしても最近では異常繁死のためカキ養殖は極めて衰微の事情にあるが、a-CI 数では必ずしも不適当ではないと考えられる水域が、従来養殖場に見られる。これらのことから、a-CI 数には無関係な不適の条件がこれら水域には存在することが予想されると同時に、躍層の顕著な水域においては、a-CI 数の垂直分布を明確にし、それに応じた水深での養殖を試することは重要なことも知れない。この点、中海境水道および舞鶴湾真珠養成は興味あることであろう。

vi) 広島湾カキ養成場は、それが簡易垂下式養成場であれ、内湾筏式養成場あるいは島嶼周辺の移殖場であれ大体58, 48の a-CI 数を示す。

vii) 養殖密度の小さい場合には a-CI 数は58程度が最適ではなかろうかと考えられるが、このような水域（広島湾沿岸部の、草津、江波、五日市地先が主である）では養殖密度の影響は顕著にあらわれる傾向が見られる。

viii) 江田内等に見られる a-CI 数38の如きは良好な養殖場の条件とは考えられない。

ix) a-CI 数の垂直分布は水域によってかなり異なるが、広島湾で得た結果からすれば、48程度の a-CI 数を示す層がカキ身入りは良いように考えられる。

x) a-CI 数および小型懸濁質量が大体類似の場合であっても、その主な原因は、水の置換の良否、カキ収容量の大小等が考えられる。この点に関しては今後の研究課題である。

第3章 真珠養殖場について

真珠養殖は生産最終目的物がいわゆる真珠である所に、他の貝類養殖とは異なった特長をもっている。特に挿核という人為的操作が加味されるために養殖過程そのものも極めて複雑となっている。従って養殖場といっても単一なものではなく、生産過程において色々の特長をもった水域を必要とすることは前章で述べたカキ養殖の比ではない。すなわち採苗場、育成場、作業漁場、化粧巻漁場あるいは避寒漁場等がこれである。

これら各種漁場の性格については主として当業者の経験に依存する面が強く、漁場適地の判定についても必ずしも統一された見解のもとに処理されるとは限らず、むしろ各人のいわゆる直感的な人芸により選定される場合が多いようである。特に育成漁場あるいは化粧巻漁場の如き海事作業の中心に関連する漁場の特性

については、各業者とも秘伝的伝承事項として来た習慣が続いたようであるが、最近ようやく、この面の研究報告に接するようになって来た。⁹¹⁾⁹²⁾⁹³⁾しかし、いまだに漁場特性と品質との関係についての研究は少ない。

一方最近過剰生産から来る品質低下の問題に関連し、優秀母貝の生産、漁場の飽和度の問題等が提起され挿核技術を中心に発達して来た真珠養殖が、漁場特性の解析という基本問題にたちかえったかの惑がある。

真珠養殖場に関する研究が従来行なわれなかったわけではなく、三重県、長崎県両水産試験場等を中心に調査研究が行なわれて来たし、民間研究機関でもそれぞれの立場に応じた試験は行なわれているが、真珠そのものに関する研究あるいは挿核技術に関係するもの、さらにはアコヤガイの生物学的研究に比較すれば、その数は極めて少ないようである。

著者等は現在真珠養殖場(特に作業漁場および化粧巻漁場)として使用されている水域について、懸濁質の質量を中心にその構造を解析し、得られた結果と現実の生産との間に如何なる関係が存在するかを、大村湾海区、三重県下養殖場について吟味した。

真珠生産の特殊性に帰因すると考えられる生産関係、資料の不足と、懸濁質の質量によって示される漁場特性と真珠の品質との関係を充分に解明することが出来なかったことのために、今回述べる所はある海域での傾向的記載であって、個々の養殖場の模様あるいは垂下層の問題等は、試験吊りによる資料の収集、今後業者からの正確資料の提供等をまわって解明し、地先養殖場毎に適用出来る指標を得るようにしたいと考える。

なお、カキ養殖の場合と同様本章で述べる所は、漁場の定性的特性の把握に終始し、筏の収容量等には全くふれなかった。

第1節 大村湾海区養殖場

長崎県下の真珠養殖は明治40年大村湾水産養殖所が誕生し、真珠貝の保護養殖を計るとともに真珠養殖の初期的な試験を行なったという極めて古い歴史をもっている。

第二次世界大戦中はごく一部の業者をのぞくほかの大部分は廃業し、その生産を極めて少量となったが、戦後再び盛んになり、三重県に次ぐ真珠生産県となったわけである。

長崎県下7海区(対島海区、老岐海区、北松海区、五島海区、西彼海区、大村湾海区および南高海区)中大村湾海区は真珠養殖のみならず母貝生産の面からも極めて重要な位置を占め、⁹⁴⁾高山によれば、真珠養殖経営体数で県下全体の59.7%、漁業権数で40.7%、母貝養殖経営体数で55.5%、全漁業権数54.7%、ほぼ全体の半数を示している。

大村湾海区(佐世保湾は地形的にもまた海洋学的にも大村湾とは区別されるべきであるが、佐世保湾における真珠養殖場も大村湾とともに一括されて大村湾海区とされている)の真珠養殖場は湾内一帯に平均的に点在しているのではなく大体が集団をなしている。

これら集団は大体8つあり、それぞれは一般に風波の少ない所が選ばれているために、地形的には極めて複雑であり、実際の距離は比較的接近しているが、集団相互間の海況の相異はかなり大きく、それぞれ特有の養殖場を形成しているものと考えられている。⁹⁵⁾⁹⁶⁾

著者等は九州のみならず本邦における代表的真珠養殖場として大村湾海区を選定し、1956年8月上旬本海区を調査した。何分遠隔の地でもあり、ただ一回の調査であるため、このとりまとめに際しては出来るだけ、文献聞き取り等を参考にし、推論の正確さを期したわけであるが、なお本海区の概況を知り得た程度で、不明不備な点が多く、その詳細は今後につづべきものとする。

本報告においては多くの調査項目中特に懸濁質関係および塩素量の面から考察した。なお調査は直接各養殖場の内部で行なったため、湾中心部の測点を全く欠き、そのために全体的な考察にはやや不備な点がある。

大村湾は、湾内の潮差約1m内外であり、比較的水深は浅いので、水温は気温の影響を強く受け、表層から底層まで夏期は大体30°C台に上昇し、冬期(2月)には8°C台に下る。全体的に岸深な⁹⁷⁾と流入河川の少ないために、地形的条件から想像されるほど強い内湾性の海ではないといわれている。

調査結果および考察

調査点は図97に、また得られた結果は表60に示した通りである。

表60 大村湾海区測定結果

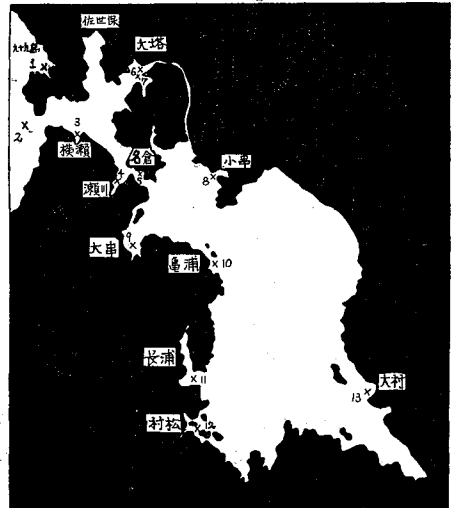
Ir…透明度深照度の表面照度に対する比率 v…大型懸濁質排水量
a…懸濁質係数 s…小型懸濁質乾物量 w… " " 乾物量

測点	透明度	水深	Ir	a	s	v	w	Cl	v/w
	m	m	%		mg/l	ml/M ³	mg/M ³	%	×100
1 九十九島	5.2	10	33.5	0.35	2.0	2.6	67.0	18.45	3.9
2 湾外	14.5	22	15.0	0.30	2.2	4.7	49.1	18.37	9.6
3 横瀬	6.0	13	18.8	0.48	2.0	3.2	45.5	18.02	7.0
4 瀬川	7.2	12	17.0	0.45	2.8	1.3	61.0	17.85	2.1
5 名倉	5.5	12.5	22.0	0.47	3.4	2.2	132.2	17.84	1.7
6 大塔	3.1	9	20.0	0.72	3.4	4.3	127.1	18.01	3.4
7 高島	5.1	12	19.5	0.54	2.6	5.7	118.8	18.10	4.8
8 小串	5.9	7	21.5	0.45	1.8	3.0	190.0	17.72	1.6
9 大串	5.9	7	22.0	0.44	1.8	2.5	87.3	17.59	2.9
10 亀浦	5.8	17	22.5	0.44	1.8	4.7	104.5	17.83	4.5
11 長浦	6.5	12	27.0	0.35	1.6	32.3	428.9	17.60	7.5
12 村松	6.8	11	17.5	0.52	1.8	19.9	147.1	17.67	13.5
13 大村	2.8	5	21.0	0.77	1.8	13.4	313.9	17.72	4.3

表61 大村湾における透明度

測点 月	大村	村松	小串	大串	瀬川	大塔
	1955年					
7	3.0	4.3	4.0	4.5	4.0	3.0
8	3.5	6.4	4.0	5.0	6.0	3.0
9	3.0	—	4.0	4.0	6.2	5.1
10	3.0	5.0	4.0	3.5	7.5	4.5
11	3.0	3.5	4.5	3.0	5.5	3.5

図97 大村湾海区測点図



透明度：測定結果から見ると佐世保湾外は14m前後を示し、大村湾、佐世保湾それぞれの湾奥の大村、大塔地先は約3m程度で、その中間水域である大村湾口部、水道部は6m前後を示し、一応沖合に大きく、岸に小さい典型的な内湾型を示している。ただ大村湾奥であっても、東側の長浦、村松地先は6m以上を示し、比較的外围性を帯びている。

以上のような著者等の得た結果が、真珠養成盛期である7月より12月頃までの間の変化に対しいかなる位置を占めるかを吟味することは、次に述べる懸濁質係数あるいは懸濁質乾物量を考察する上に大きな意味をもつものと考え、文献について若干吟味した。⁹⁵⁾表61は片田等が得た大村湾における夏期より秋にかけての透明度の変化を著者等が整理したものである。8月について表60、61の透明度を比較すると6測点ともに大差なく一応これらの値が8月のそれぞれの水域における代表値として考えても大過ないようである。7月より12月の間では各水域とも大体8月、9月の盛夏の頃が最

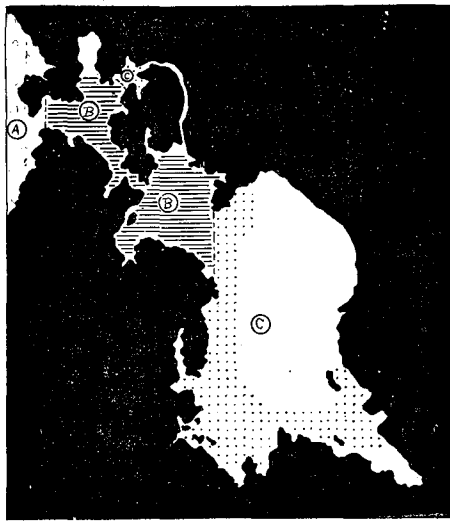
* 真珠養成期の懸濁質係数、あるいは懸濁質乾物量の変化を直接測定することは必要であるが、今のところその資料が得られないので、これらとは定量的関係は見られないが、最も資料の多い、測定誤差の少ない透明度の変化を参考とした。

大を示していることがわかる。この点カキ養殖場の所で見ただ他の内湾とは若干相異した傾向を示している。

懸濁質係数：懸濁質係数をもって本海区を区分すると大体図98の如くなる。すなわち九十九島を含む湾外

図98 大村湾海区の懸濁質係数による水域区分

A... $a=0.3\sim 0.4$ B... $a=0.4\sim 0.5$
C... $a>0.5$



は0.3台の値を示しかなり沖合性である。今仮りにこの水域Aとする。

佐世保湾の大半、大村湾口部、同水道部（測点3, 4, 5, 8, 9, 10）は大体0.4台を示している。この水域をB水域と呼ぶことにする。村松・高島での値0.5台でそれより奥部に続く大村地先、大塔地先は0.7台と極めて差水の影響の強いことを示している。これら0.5以上を示す水域を一括してC水域とする。

以上の如くして区分したA, B, C水域は入江、飯塚⁹⁸⁾が1952年5月より10月にわたる夏半年間に大村湾15点について、行なった水温・塩素量の観測結果をもとにした区分と大体一致するし、辻田⁹⁹⁾あるいは長崎県水試の結果とも一致する。

ただ著者等の場合かなり湾奥に位する測点11長浦地先が0.35と沖合性の値を示しているが、その理由については今の所不明である。

透明度ないしは塩素量に関する文献からの年間変化から推測すると、本海区のA, B, C3水域区分は周年変らないように考えられる。しかし、その値の大小

には季節的ないしは一時的（降雨、強風等がその原因となるであろう）変化が予想され、その変化の巾がどの程度のものであるかは今後の問題である。

小型懸濁質乾物量：この場合の乾物量もカキ養殖の場合と同様、表面より透明度深までの5等分採水で得られた海水を船上で直ちに Membrane filter（平均孔径 0.4μ ）を使用して濾過したものを 105°C で乾燥し秤量したものである。

調査の範囲内では本海区は小型懸濁質乾物量の多寡により2分出来るようである。すなわち水道部を含む佐世保湾は $2\text{mg}/\ell$ 以上の高密度を示し、一方大村湾は $2\text{mg}/\ell$ 以下の低密度である。いずれにしても小型懸濁質の比較的多い海域であることは間違いない。

大型懸濁質：透明度深より表面までを常法に従って垂直曳き（ネット地はXX-13を使用）したものをホルマリン固定し、その排水量（ $\text{Vm}\ell/\text{M}^3$ ）および乾物量（ 105°C で恒量、秤量する）（ Wmg/M^3 ）を求め、これらを大型懸濁質の量とした。

排水量では大村湾奥部（長浦、村松、大村）が大きく、他の水域はいずれも $10\text{m}\ell/\text{M}^3$ 以下で少量である。乾物量でも佐世保湾および水道部が一般に $100\text{mg}/\text{M}^3$ であるに対して、大村湾内はそれ以上であり、特に長浦、大村は $300\text{mg}/\text{M}^3$ 以上の顕著な値を示している。すなわち乾物量では大型懸濁質と小型のそれとは逆の関係が見られる。

片田⁹⁵⁾らによれば Plankton 沈澱量並びにその月別変動は水道部（瀬川、大塔）で小さいが、湾奥では大きいといわれている。著者等の場合月別変動はうんぬんするわけには行かないが、量的分布に関しては大体類似の結果であるというべきであろう。

大型懸濁質の質的側面を示すと考えられる排水量/乾物量（ $\text{Vm}\ell/\text{Wg}$ ）を求めると、瀬川、名倉、小串および大串で代表される水道部漁場は一般に30以下であるに対し、佐世保湾外、横瀬、長浦および村松はいずれも70以上の大きな値を示している。他の漁場はその中間値を示す。水道部が特に小さな値を示しているのはいかなる理由によるかは不明であるが、潮流による底土攪拌に帰因する砂など比較的高含水率の小さい物質の混在によるのかも知れない。

飯塚・入江は大村湾の Plankton 相と水塊との関係を研究し、両者の関係は単純なものではないことを報告しているが、その中で質的分布は湾全般にかなり均一であり、量的分布は湾内の水塊分布とは全く無関係で独立であるとしている。この場合の Plankton はもっぱら Diatom であって、この点すべての懸濁物を一括して考えている著者等の場合とはかなりの差があるので、両者を直ちに比較することは極めて困難なことである。ただ Diatom という懸濁質中の極めて小部分のものをとった場合には余り明瞭な水域区分ができないものが、懸濁質全体で見ると、ある程度の水域区分が可能であることは、かなり興味をもてる所であり、特に、貝類の餌料として懸濁物を取りあげる場合、その摂餌習性とも関連づけて考えると、懸濁質全体での水域特性の存在は重要な意味をもつものとする。

濁度：不幸にして濁度計の不調のために各測点相互間の直接的比較は困難であるが、それぞれの測点における垂直分布の型については問題ないので、ここではこの型について若干考察した。

一般に濁度の垂直変化を見ると、大体模式的に図99に示す如き3型に区分することができる。すなわち(I)均一型、(II)躍層型、(III)浅海湾奥型である。(I)型は濁度の絶対直の大小により更に沖合型と沿岸型とに分けることができる。いずれにしても濁度の面では表層より底層に至るまで同一水塊と見なせるものである。(II)型はいわゆる混合型で垂直的に各種水塊が存在し、濁度躍層を形成しており(一般には表層は濁度の大きい沿岸性の水塊で占められている場合が多い)沿岸水域に普通見られる型である。(III)型は浅海・湾奥に最も普通あらわれる型で底質の影響が全体的変化の内に無視し得ないものである。本調査の結果は図100

図99 濁度の垂直分布型

I型…均一型、II…躍層型
III型…浅海・湾奥型

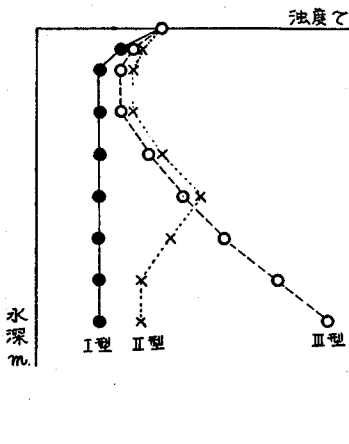
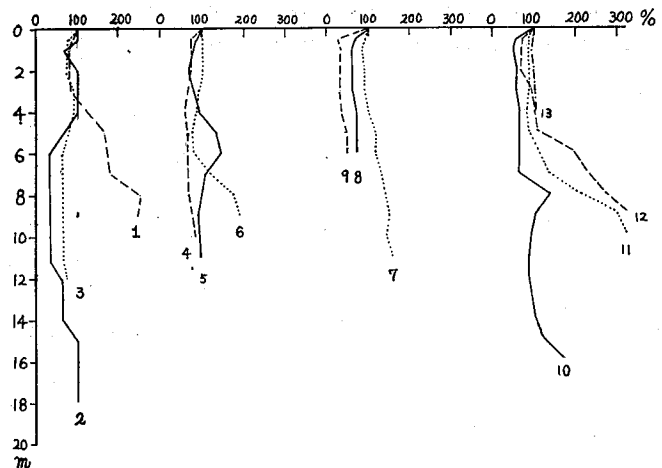


図100 大村湾海区各測定における濁度の垂直分布
数字は測点番号



に表面に対する各層%で示した。これはまた表62の如く整理できそうである。水道部の瀬川、大串、小串などが均一型を示しているのは、いずれも急潮流による攪拌混合の結果であろう。大村地先は全体的に極めて濁度が大きく、湾奥型の極端な場合とも考えられる。横瀬、名倉、亀浦はいずれも水道の両入口にあたり、これらがすべて躍層型を示しているのは興味ぶかいことである。この内前2者は外排水と水道部で形成された混合水との間で、後者は混合水と湾内水とで作られたものであろう。

なお亀浦はさらに浅海湾奥型が加味されている。九十九島、大塔、高島、長浦、村松はいずれも(III)型であるが、これらは水深並びにその地理的条件からも予想されるところである。

表62 濁度による漁場の分類

濁度型	養殖場測点名
I 均一型	瀬川、大串、小串、大村
II 躍層型	湾外、横瀬、名倉、亀浦
III 浅海湾奥型	九十九島、大塔、高島、長浦、村松

塩素量：表面より透明度深までの5等分採水により得られた塩素量（表60参照）から本水域を見ると、大体横瀬を含む佐世保湾および湾外がいずれも18.00%以上で、水道部・大村湾の各点は18.00%以下を示している。この点山田⁹⁷⁾が述べているのと全く同様、全体的に塩素量は高く、岸深なのと注入河川水が少ないために想像されるほど強い内湾性の海ではないようである。なお、各種文献を総合すると降雨の影響はかなり顕著にあらわれるようであるが、極く湾奥をのぞくほかは、その影響は比較的表面にとどまり、2 m以下では大体17.00%以上が年間平均と考えてよいようである。

表63 大村湾海区水域特性区分

水域区分	a-Cl 数	濁度型	小型懸濁質量	所属水域
外 囲	38~39	躍層型	多	佐世保湾外、(九十九島)
水道部	準外囲	均一型 あるいは 躍層型	多	横瀬, 瀬川, 名倉
	準内湾		48	少
内 湾	不安定	浅海湾奥型	多	大塔, 高島
	安定		少	長浦, 村松, 大村

以上が大村湾海区真珠養殖場についての調査結果である。これらを総合して本海区を特性区分すると表63の如くなるのではないかと考えられる。

懸濁質係数(a)の大小によって全水域をまず④, ⑥, ⑦の3水域に区分する。これはさらに塩素量の大小、あるいはその変化の度合により細分される。④水域は九十九島養殖場、佐世保湾外で代表される水域で、a-Cl 数は大体38~39を示す。濁度型は水深の大きい所では沖合水と沿岸水とで形成される躍層型を示し、水深の小さい沿岸部では浅海湾奥型である。小型懸濁質の量は比較的多量である。

以上の④水域につづく、主として水道部を中心とする⑥水域は、外囲水と大村湾内湾水との混合が予想される水域で、懸濁質係数は大体0.4台を示す。塩素量で本水域はさらに2分され、若干塩素量の高い準外囲性をもつ佐世保湾側と、塩素量は大体17.00%台が見込まれる、いわゆる準内湾性の大村湾口水域にわかれる。前者の小型懸濁質量は比較的多く、後者のそれは少ない。a-Cl 数は前者が大体48~49、後者は48である。なお、両水域ともに濁度型はそれぞれの測定位置により区々で、あるいは均一型を示し、ある場合には躍層型を示し、本水域の複雑さを示しているように考えられる。大村湾の大部分並びに佐世保湾奥は一般に懸濁質係数は大きく、内湾性の強い⑦水域を形成している。ただ佐世保湾奥の大塔、高島に代表される水域は、潮時により、外囲水と内湾水とが交替し、かなり変化の強い所で、いわゆる河口域的性格が予想される。これに対し大村湾奥は比較的安定した水域であろう。濁度型はいずれの場合も、浅海湾奥型であり、小型懸濁質量は中庸である。

真珠養殖の概要と環境調査結果との関係

すでに述べたように真珠養殖は他の貝類養殖とは異なり、貝そのものの収穫ではなく、いわゆる真珠である所に一つの大きな特長がある。従って、養殖技術に加えて挿核技術の問題、あるいは養殖適地の問題にもそれに応じた複雑さが内在している。さらにこの養殖では従来よりいろいろの点で秘伝的考え方が多く、現在でもその製品の良否などに関する実相を把握することは極めて困難な状況にある。このことが真珠の研究を遅らせ、技術的進歩をも阻害しているものと考えられるが、永い伝統と、経済的理由などもあって、直ちに打破するわけにも行かない点があるようである。このようなわけで、ここに述べる大村湾海区真珠養殖の概要は少数の文献^{101), 102), 103)}と若干の現地聞き取り資料によるもので、養殖上の詳細な成績については不明点が多い。従ってすでに述べた環境調査の結果との対比においても必ずしも充分とはいえず、傾向的な関係として把握したにすぎない。

本海区は真珠養殖の上で大体3つに区分できるようである。九十九島を含む外囲は母貝養成場あるいは避寒場として利用されるものが多く、いわゆる化粧巻漁場としては余り活用されていないようである。佐世保

湾奥を含む水道部およびその両出口がいわゆる大村湾真珠養殖場の中心をなすもので、いわゆる大村湾の大半は天然母貝の生産地として評価されていて、ここは作業漁場としては利用されることは少ないようである。大村湾における真珠養殖場の分布状況は図101に示した通りである。

若干の文献と聞き取り資料とをもとに各地の成績・特長を整理すると大略次のようになるのではなかろうか。

(I) 比較的巻はおそいが、安定した成績を収め、且つ Pink の出現率の高い漁場……瀬川、横瀬漁場があげられる。

(II) 大塔、高島漁場で代表される漁場は、かなり良好な水域として考えられているが、一般には一時置場として利用されることが多い。巻きの良いのも本漁場の特長であろう。

(III) 水道部右岸側で名倉漁場で代表される水域である。本水域は比較的新しく開拓された漁場(約10数年前)ではあるが、余り良い条件をそなえているとは考えられていないようである。

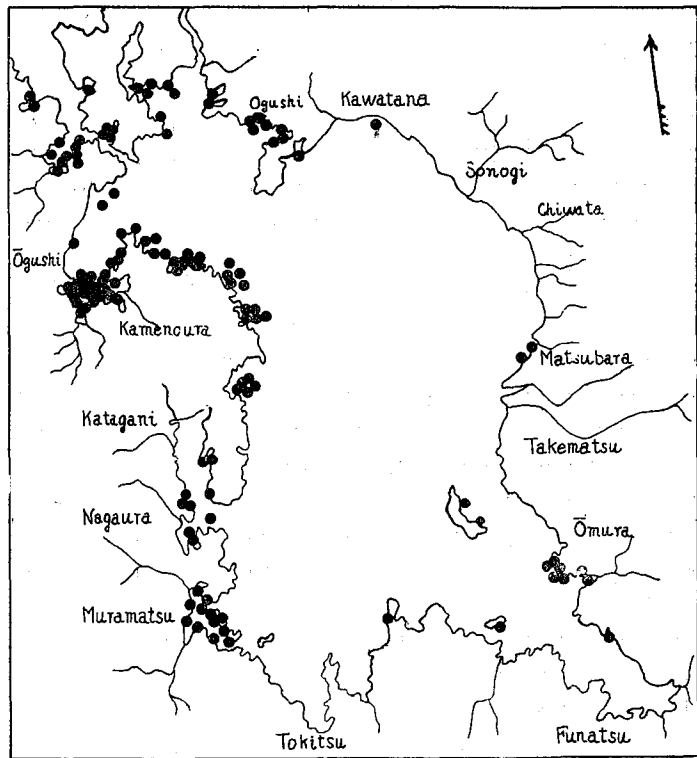
(IV) 大串、亀の浦によって代表される水域で、漁業権数も最も多く、本海区の中心的養殖漁場である。本漁場も昭和8年~16年頃を最盛期とし、だんだん Pink の出現率は低下しつつあり、最近ではその当時に比して半減し、Cream 系の珠が多くなったといわれている。なお同一漁場にあっても比較的潮流のあたる所と否とでは、製品の差が大きい。巻きはさほどによくはないようである。対岸にある小串養殖場も大体類似の成績であるが、ここは巻きが良いといわれている。

(V) 湾内の長浦、村松、大村漁場はいずれも養殖場としてではなく、母貝(天然)生産地として利用されている。特に大村地先の生産高は増加し、最近では10万貝にもおよぶとされている。

以上のような概要をもつ各養殖場の諸特長が、さきに述べたいわゆる環境調査と対比した時にいかなる関連をもつかを吟味した。その結果は、a-CI 数 38~39 を示すような外囲水域(A)はいわゆる化粧巻漁場としては不適当と考えられ、a-CI 数 48~49 を示す水道部(B)水域が大体真珠養殖場としては最良のものと考えられる。特に(B)水域にあっても、準外囲と考えられる a 値が 0.4 台で塩素量が 18.00% 以上の水域が色、艶ともに良好のようである。準内湾と考えられる水域は a-CI 数は 48 であるが、若干品質的にはおとるのではないかと考えられる。“a”が 0.5 以上の場合でも、外囲水の直接影響する所(この場合には a の垂直分布が、かなり変化し、ある水層では適当な a-CI 数を示すことが考えられる)では、かなり良好な漁場が存在するがいわゆる(C)水域では真珠養殖はほとんど見られず、採苗などを含む、母貝生産地として利用されているにす

図 101 大村湾真珠養殖場分布図

●…漁業権一件を示す。



ぎない。

以上が、大村湾海区における真珠養殖場の特性と、これに必ずる真珠生産との要である。

第2節 三重県下真珠養殖場

真珠養殖業における三重県の地位を第2次漁業センサスによって見ると、総経営体数¹⁰⁴⁾1,131 経営の約91%にあたる1,025経営が三重県に属し、養殖面積では総面積1,217千坪の42%を占め、総収獲金額1,519百万円の内86%の1,312百万円を本県が占めている。このように本邦において特別高い地位を示している三重県下真珠養殖場について、佐藤は次の如く海区に区分している。⁹³⁾

I型海区、この海区では稚貝は繁殖するが、採苗は余り適当でなく、母貝育成に適している。挿核作業は容易であって、その期間も長く4月から11月の間できる。冬期の貝の成長がみられ、越冬には最も適している。この海区の漁場の地勢は外海に直面して湾入が浅く、陸水の影響が少なく、したがって夏期水温は27~28°C以上にはならない。冬期の水温も13°C以上には下らない。外海水の流入が多く、水の交換は盛んで栄養度は低い。したがって珠の品質は優良でない。槌柄湾以南、紀州一帯の漁場はこの型に属している。

II型海区、稚貝の繁殖が旺盛で採苗に最も適している。母貝の育成、挿核作業にも適しており、冬期越冬は可能であるが、貝の成長はのぞめない。この型の漁場はI型のように外海水の流入が多く、しかも湾入が深く、湾奥には陸水の流入があるが、その量は少なく、海水の交換性が乏しい。夏期水温は30°C以上になり、冬期水温は10°C以下に下がる。栄養度は中位で、外洋性の高い内湾である。珠の品質も中位である。この型に属する漁場は英虞湾および5カ所湾である。

III型海区、稚貝の繁殖は少なく、採苗には全く適しない。冬期水温は9°C以下に下がることもあって、貝の斃死をみることもあるため越冬には全く適しない。しかし、夏期の間の成長は良好で珠の品質は最高である。この型の漁場は沿岸水の流域になっている外洋に面したもので、湾入深く、湾内には陸水が多く注がれ水の交換性はよく、春秋には湾内水の上層部は低比重となる。夏期水温最高27~28°Cで冬期水温は10°C以下に下がる。栄養度の高い内湾性の最も発達した水域である。的矢湾、鳥羽近海の漁場はこの型に属している。

以上が佐藤氏の報告からの海域区分に関する部分の転載である。これら3海区はまた別名南部(紀州)養殖場、中部養殖場、北部(伊勢湾)養殖場と呼ばれる。

著者等は1957年10月中下旬にかけて、三重県下主要真珠養殖場として北部養殖場では的矢湾、鳥羽湾を、中部養殖場では5カ所湾、英虞湾を、さらに南部養殖場では引本浦、長島湾を調査し、その結果の概要についてはすでに一括報告した。¹⁰⁵⁾従って各湾での調査点位置あるいは得られた調査結果資料詳細に関して該報告にゆずるとして、ここでは、本研究に直接関連すると思われる事項についてのみ述べることにした。なお、文献105中の図・表を参考にする場合には便宜上「資料第何図、あるいは資料第何表」と呼ぶことにした。

第1項 北部養殖場

北部養殖場の代表としては的矢湾、鳥羽湾を選定した。これら両湾はいずれも伊勢湾に面し、一般に湾内沿岸流の影響を強く受けることが指摘されている。

三重県水産試験場資料¹⁰⁶⁾によると北部漁場は海綿類、カキその他のいわゆる附着物の着生は他の2漁場より多く、色別真珠出現の状況は本海区がPink出現率では最も高い。真珠の巻きについては必ずしも本海区が良いとはいえず、むしろ最低であるというべきであろう。

いずれにしても本海区の真珠生産状況の良否は、その年の降雨量に左右されることが多いと指摘されている両湾に関する調査結果は一括して表64、表65に掲げた。

I) 透明度：的矢湾におけるそれぞれの調査期に共通の傾向は湾奥部が最も小さく、水道部を通過して湾部に進むにつれて大きくなることである。この傾向は他の一般的内湾のそれと同様であり、特に本湾の特長とは考えられない。⁹³⁾佐藤によれば、本湾における透明度の年間変化の大略傾向は春秋に低く、冬夏に高い。す

表64 的矢湾調査結果

測点	年月日	Cl (%)	水深 (m)	透明度 (m)	I _T (%)	a	v(mℓ/M ³)	w(mg/M ³)	S(mg/ℓ)	$\bar{\tau}$
3	1956 4 12	—	—	5.6	21.5	0.47	—	—	—	—
7	" " "	—	—	3.3	22	0.77	—	—	—	—
8	" " "	—	—	2.6	24	0.75	—	—	—	—
9	" " "	—	—	1.9	32	0.73	—	—	—	—
10	" " "	—	—	2.6	31	0.60	—	—	—	—
13	" " "	—	—	4.1	25	0.53	—	—	—	—
3	1956 11 5	—	—	4.3	24	0.52	—	—	—	—
7	" " "	—	—	4.9	22	0.51	—	—	—	—
8	" " "	—	—	3.1	22.5	0.68	—	—	—	—
9	" " "	—	—	3.1	25.5	0.63	—	—	—	—
10	" " "	—	—	4.2	22	0.56	—	—	—	—
13	" " "	—	—	4.5	23	0.53	—	—	—	—
1	1957 10 19	17.68	21.7	10.2	12	0.44	1.5	74	1.1	0.31
2	" " "	18.21	11.0	10.8	—	—	1.0	76	1.1	—
3	" " "	18.17	7.4	over	—	—	1.6	117	0.9	—
4	" " "	18.23	8.7	over	—	—	2.5	140	1.2	—
5	" " "	17.92	12.0	10.2	12.8	0.41	2.1	110	0.3	0.32
6	" " "	18.00	14.8	10.2	11.2	0.44	3.3	196	0.9	0.32
7	" " "	17.92	10.0	over	—	—	2.6	142	1.0	—
8	" " "	17.59	7.0	4.7	18.5	0.57	2.1	129	2.6	0.85
9	" " "	17.53	8.5	6.5	15.0	0.52	2.1	121	1.6	0.50
10	" " "	17.17	10.0	5.5	19.0	0.51	2.1	110	0.7	0.63
11	" " "	17.76	8.5	7.3	14.0	0.49	1.6	112	1.5	0.43
12	" " "	17.63	10.5	7.0	14.2	0.50	1.6	108	0.8	0.47
13	" " "	17.26	7.8	6.5	13.0	0.55	1.8	98	1.6	0.69
2	1954 9 26	—	—	1.8	20	1.15	—	—	—	—
3	" " "	—	—	1.8	28	0.87	—	—	—	—
4	" " "	—	—	1.2	45	0.80	—	—	—	—
5	" " "	—	—	3.5	32	0.51	—	—	—	—
6	" " "	—	—	3.6	19	0.68	—	—	—	—
7	" " "	—	—	3.6	13	0.82	—	—	—	—
2	1955 2 4	—	—	4.0	17	0.66	—	—	—	—
3	" " "	—	—	4.5	15.5	0.66	—	—	—	—
4	" " "	—	—	6.0	21	0.44	—	—	—	—
2	1955 5 30	—	—	1.9	14	1.30	—	—	—	—
3	" " "	—	—	2.0	19	1.05	—	—	—	—
4	" " "	—	—	2.2	12	1.30	—	—	—	—
5	" " "	—	—	4.9	14.5	0.64	—	—	—	—
6	" " "	—	—	6.2	15.5	0.58	—	—	—	—
7	" " "	—	—	8.3	16	0.43	—	—	—	—

なわち、春・秋期は湾奥で1.0m以下、水道部で大体2~3.5m、湾部は4~6mであり、これに対し冬期では湾奥で4m、水道部5~6m、湾部で6~7mを示す。著者等の調査結果はいずれも、これら一般的年変化

表65 鳥羽湾調査結果

測点	年月日	Cl(%)	水深(m)	透明度(m)	I _T (%)	a	v(m ℓ / M ³)	w(mg / M ³)	S(mg / ℓ)	$\bar{\tau}$
1	1957 10 20	17.20	8.0	over	—	—	2.2	182	1.7	—
2	" " "	17.35	8.5	8.0	16.4	0.43	3.1	156	0.7	0.42
3	" " "	17.32	36.5	7.5	22	0.41	2.2	125	0.8	0.45
4	" " "	16.91	19.0	5.9	26	0.39	3.1	185	1.1	0.45
5	" " "	16.91	11.0	6.0	25.4	0.40	3.2	197	1.0	0.54
6	" " "	16.88	60.0	6.0	22	0.44	3.2	212	1.2	0.54
7	" " "	16.70	14.0	5.8	25	0.41	1.8	151	0.8	0.59
8	" " "	16.64	58.0	6.1	25	0.39	3.3	164	0.8	0.55
9	" " "	16.10	14.0	5.4	24	0.45	2.8	174	1.4	0.62

の同時期に比較して特に異常であるとは考えられない。このことは、以後数項目にわたっての論議が、何ら特別のものでなく、大体的矢湾の普通の事情について述べていることを示しているものとする。ただ宮内⁹¹⁾が指摘しているように潮時による変化が考慮されなければならないわけであるが、著者等の場合はこの点で必ずしも充分であるとはいえない。これらは今後の問題である。

鳥羽湾についての充分な参考資料がないので詳細な論議を行なうわけには行かないが、著者等の調査範囲においては、透明度の点で大体水域は2分されるものと考えられる。

その1つは透明度7.5 m以上の測点1, 2, 3を含む菅島以南水域であり、他の1つは測点4~9で代表される加茂川尻および池ノ浦で大体6.0 m以下の水域であるが、(資料第6図参照)前者は比較的外洋に面し、後者は伊勢湾に直接面しているわけであるが、外洋に面しているとはいえ、菅島以南水域にあっては、その透明度は、的矢湾口ないしは湾部に比較すればかなり小さい値である。全体的事情は的矢湾渡鹿野島周辺(資料第5図参照)と同等と考えられる。この点本水域は直接注入する大河川は見られないが、かなり陸水の影響が強く、この点的矢湾よりいわゆる伊勢湾的であると考えてよいであろう。

II) 懸濁質係数：的矢湾は懸濁質係数0.5をもって大体2分することができそうである。すなわち水道部および宮瀧浦が比較的大きな係数値を示し、それ以外は小さい。(資料第42図)また、表64に見られる如く3回の調査とも大体類似の結果を示していることから本湾の懸濁粒子の分布はかなり安定しているようにも考えられる。この点本湾の Plankton、比重などが極めて複雑な様相を示すことなど⁹³⁾と対称的である。

鳥羽湾の懸濁質係数値は比較的単調で、加茂川尻および飛鳥島周辺が0.4以下を示しているほかは、大体0.4台の値を示している。(資料第43図参照)

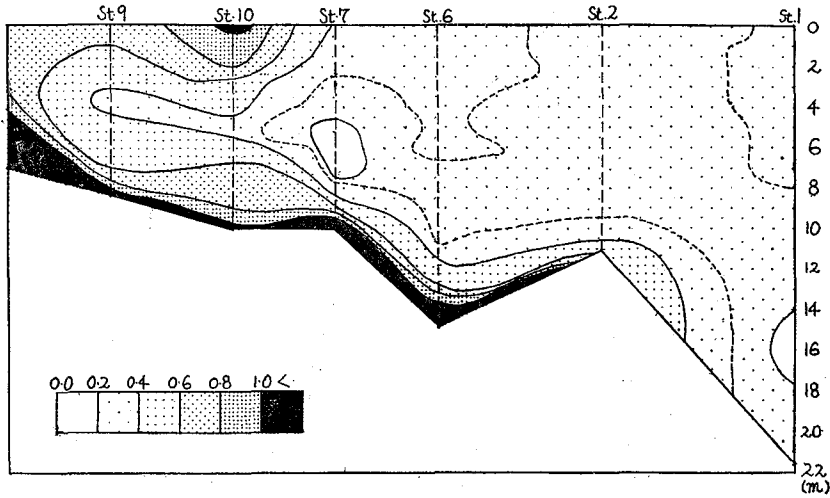
両湾を比較すると鳥羽湾の方が全体的には懸濁質係数値は小さいようであるが、いずれにしてもその大部分の水域は0.4台を示している点では一致した結果を得た。¹⁰⁵⁾

III) 濁度：両湾における濁度分布はすでに資料において述べた如くであり、これを要約すれば、次の如くである。全体的に的矢湾の方が鳥羽湾に比較して複雑な様相を示している。的矢湾の濁りの源は次の2つが考えられる。その1つは伊雑浦および宮瀧浦を主としたいわゆる陸水系のそれであり、他の1つは底質の影響である。前者はその成因からも何うことのできるように、表層に強く、渡鹿野島周辺水道で湾部からの外海水と、水平、垂直両方向への混合が行なわれ、両方に濁度傾斜を形成している。一方底質起源の濁りは各浦をはじめとして水道部に強く、湾部は水深の関係などもあって大した問題とはなっていない。

湾口より湾奥に至る間の濁度の垂直分布を示したのが図102である。湾口部(St. 1)が最も沖合性の性格を示すとはかぎらず、比較的濁度の大きい水塊が表層より約8 mまでにわたって分布している(破線)。この水塊の源は今回の調査のみでは不明であるが、落潮時表面を覆っていたと考えられる陸水系水塊が漲潮時の浸入沖合水のために分轄されたものかも知れない。測点2で代表される湾部は一般に濁度が小さく、約10 m層位までほとんど均一な水塊で占められている。それ以深は底に近づくにつれて、濁度を増し底質の影響を考えさす。湾部の大部分を占めていた濁度0.3以下の清浄な水塊(破線)は中層部を水道内部測点10近く

まで浸入している。仮りに透明度の項で見た如く、1957年10月の調査がこの項の事情を代表しているとするれば、的矢、藤谷水道の少なくとも真珠垂下層では漲潮時かなり強い外囲性水塊に直接接触することが予想さ

図102 的矢湾における濁度の垂直分布



れる。測点10の表層に高濁度の水塊の存在は深井浦の影響であろう。落潮時の調査を欠くので詳細を論ずることはできないが、落潮時には濁度0.3~0.4を示すいわゆる混合水が水道部は勿論湾部にもかなり広く分布することが考えられる。なお、本湾の濁度垂直分布は湾内はⅢ型…浅海・内湾型、湾部はⅠ型…均一型を示しⅡ型…躍層型は見られない。

いずれにしても、的矢水道（渡鹿野島北側）においては漲潮時に沖合水は中層を通して浸入し、その厚さは大体4~6m位と考えられる（底層部はあるいは沖合水によってみだされているのかも知れないが、底質の影響を受け変質しているものと考え）。一方3カ所水道、宮瀧浦、渡鹿野島南は一般に湾外水の影響が少なく、調査の範囲内では直接湾外水（0.3以下）があらわれているのは測点5のみで他には全く見られず、混合水（0.3~0.4）が中層に見られるにすぎない。

鳥羽湾の濁度分布は外囲水と伊勢湾内水とでもいうか、比較的湾内性の2水塊にわけられ、両者の境異は大体加茂川口と答志島を結ぶ線にあると考えられる（資料第35~37図）、このことは表65に示した表面から透明度までの平均濁度（1m当り）にもあらわれている。すなわち南部水域は大体0.45程度であるに対し北部水域は0.55~0.6の値を示している。これらの濁度値は大体的矢湾渡鹿野島周辺のそれに類似である。

本水域の垂直分布は一応図103に示した。さきに述べた濁度の分布型によって分類すると大体次のようになる。

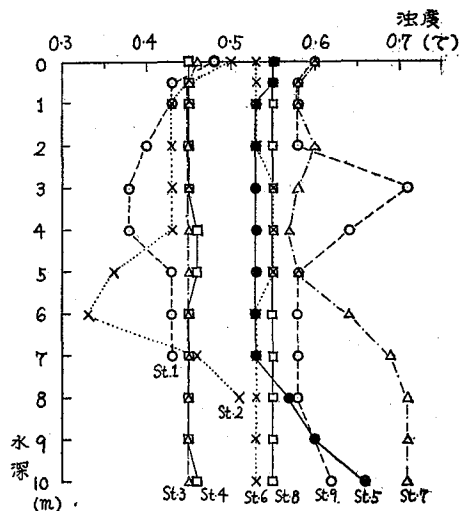
均一型……測点3, 4, 6, 8

躍層型……測点7, 9

浅海湾奥型……測点1, 2, 5

均一型の測点は大体島嶼周辺水道部にあたり、水深も概して大である。躍層型に属する測点の水深は中庸

図103 鳥羽湾における濁度の垂直分布



程度(約14m)で入り込んだ地形のものである。浅海・湾奥型はいずれも10m以下と考えられる水域である。

Ⅳ) 小型懸濁質乾物量： 的矢湾は比較的小型懸濁質が多く、特に水道奥部、3カ所水道、宮瀧浦は1 mg/ℓ以上2 mg/ℓにもおよぶ。深井浦、藤谷水道、的矢水道は大体0.6~1.0 mg/ℓ程度で特に高密度とはいえないが、この時期における一般の内湾では多い方であろう。湾部は一般に低密度で0.4 mg/ℓ以下の所もある。一方鳥羽湾は乾物量の多寡により区分することはほとんど不可能であり、ただ加茂川尻の測点4, 5, あるいは池ノ浦の測点9の値が若干大きい程度である。全水域の平均は大略1.05 mg/ℓでこの点でも的矢湾の渡鹿野島周辺と一致する。

Ⅴ) 塩素量： 的矢湾の塩分について佐藤は⁹³⁾大略次のように報告している。すなわち本湾はその形状、地形などからも明らかなように降雨の影響は極めて受けやすい。塩分の周年変化は大体2つの山と2つの谷との存在が明瞭であり、5月より6月上旬の間および9月上旬より10月上旬を中心とする表層部の低塩分期、盛夏期と冬期に見られる高塩分期がそれである。1957年10月の調査結果は大体低塩分期より高塩分期への移行時にあたり、大略年間平均値に近いと考えてよいであろう。各層毎の塩素量分布は資料第11図~第12図に示した通りで、湾部が高塩分で湾内に進むに従って低塩分となり、典型的な内湾型を示している。表64の塩素量CI% (表面より透明度深あるいは海底までの5等分採水の結果)からも類似の結果が得られ、測点2, 3, 4, 5, 6を含む湾部がすべて18.00%以上で、それ以外はすべて17.00%台を示している。測点1は湾口部にありながら17.00%台を示したことは、濁度の項でも若干触れた如く、沿岸水塊の存在を示すものである。これに対し鳥羽湾の塩素量は一般に低塩分で18.00%台の測点は全くなく、5等分採水による結果では測点1, 2, 3が17.00%台を示し、他はすべて16.00%台である。

Ⅵ) a-CI 数：1957年10月の結果では的矢湾渡鹿野島周辺および湾部一帯、鳥羽湾の大部分は48~49を示している。的矢湾では宮瀧浦あるいは水道奥部は58程度の値を示す。ただ的矢湾でも、時期的には若干、値は異なるようであるが、相対的な関係は大体変化しないように考えられる。(表64のa値と文献93とによる)

以上が三重県北部養殖場の代表としての的矢・鳥羽両湾の特性である。さてこれらの結果と真珠生産との関係はいかん。極めて概略的には次のようなことがいえるのではなかろうか。すなわち的矢湾の渡鹿野島周辺および湾部更に鳥羽湾全域の事情は大体、大村湾の水道部に同等であり、その作柄(化粧巻)は良好であることが予想される。現地で行なった多少の聞き取り調査の結果からの的矢湾では最近養殖の中心は的矢地先より3カ所水道、宮瀧口に至る間に移動し、水道部の成績は悪くなる傾向を示し、湾部の方向に漁場移動が見られるようである。もともと水道部はカキ養殖が行なわれて来た所で(現在でも若干残っている)、真珠養殖の好況におされた所である。従って真の意味での真珠養殖の適地ではなかったのかも知れない。

いずれにしても、的矢湾の真珠養殖場はa-CI数で48~49の水域に発達していることは間違いのない所であり、鳥羽湾においても、この例外ではない。

第2項 中部 養殖場

中部養殖場に属する湾としては英虞湾、五ヶ所湾があげられる。これら両湾が三重県下における真珠生産の中心をなしていることは、次に示す真珠産地域別養殖密度比較表(表66)によっても明らかである。特に英虞湾の浮設台数の多いことは驚くほどで、最近では品質の低下あるいは湾奥部における異常死が大きな問題となっており、養殖筏の登録制を通じての筏規制が実施されている。¹⁰⁷⁾

本養殖場は一般に北部養殖場と南部のそれとの中間的性格をもつといわれ、特に雨量の多い年の品質は良好であるとされている。^{106), 108)}

著者等の得た両湾の調査結果は一括してそれぞれ表67, 68に示した。

I) 透明度：同時期(1957年10月16日~18日)の測定値によって両湾を比較すると、五ヶ所湾の方が透明度は大きい。このことは三重県水産試験場の資料によっても明らかにされている。両湾ともに湾口部が一般に透明度は良く、湾奥部に進むに従って悪くなっている点は多くの内湾共通の現象である。なお、英虞湾は外洋に接している湾としては透明度は一般に悪い。湾形が複雑で奥が深いためかも知れないが、本湾の一特

表66 三重県下真珠筏地域別養箱密度 (文献107より転載)

	年	~96m ² (~29坪)	99~129	132~162	165~195	198~228	231~261	264~294	297~327	331~	計
			(30~39)	(40~49)	(50~59)	(60~69)	(70~79)	(80~89)	(90~99)	(100~)	
北部養殖場	鳥羽	{ 32年 33年	193	435	350	868	233	386	388	1,877	4,965
			70	408	579	587	311	582	225	2,127	5,065
	的矢	{ 32年 33年	1,165	1,134	1,193	1,438	264	769	771	677	7,893
			764	1,402	894	1,255	665	1,124	492	651	7,942
	計	{ 32年 33年	1,358	1,569	1,543	2,306	497	1,155	1,159	2,554	12,858
			834	1,810	1,473	1,842	976	1,706	717	2,778	13,007
中部養殖場	英虞湾	{ 32年 33年	12,995	12,750	7,268	2,490	3,923	722	3,029	1,849	55,565
			6,375	10,715	6,985	4,988	5,605	2,221	2,266	2,307	47,508
	五ヶ所湾	{ 32年 33年	3,409	1,184	830	828	1,805	473	95	441	10,933
			1,157	1,264	2,850	959	377	899	537	967	10,539
	計	{ 32年 33年	16,404	13,934	8,098	3,318	5,728	1,195	3,124	2,290	66,498
			7,532	11,979	9,835	5,947	5,962	3,120	2,803	3,274	58,047
南部養殖場	島	{ 32年 33年	3,343	215	185	245	460	65	20	625	7,193
			1,691	1,402	589	398	508	350	309	749	6,037
	州	{ 32年 33年	1,365	376	175	111	8	210	—	70	2,627
			105	886	381	57	0	85	—	322	2,075
	計	{ 32年 33年	4,708	591	360	356	468	275	20	695	9,820
			1,796	2,288	970	455	508	435	309	1,071	8,112
総計	{ 32年 33年	22,470	16,094	10,001	5,980	6,693	2,625	4,303	5,539	89,176	
		10,162	16,077	12,278	8,244	7,466	5,261	3,830	7,123	79,166	

表67 英真湾調査結果

測点	年月日	Cl (%)	水深 (m)	透明度 (m)	I _T (%)	a	v(mℓ/M ³)	w(mg/M ³)	S(mg/ℓ)	τ
3	1956 4 11	—	—	6.0	35.8	0.30	—	—	—	—
4	" " "	—	—	6.5	23.0	0.40	—	—	—	—
9	" " "	—	—	6.5	21.5	0.42	—	—	—	—
17	" " "	—	—	6.5	22.5	0.40	—	—	—	—
23	" " "	—	—	5.1	30.0	0.38	—	—	—	—
29	" " "	—	—	5.2	25.0	0.45	—	—	—	—
30	" " "	—	—	2.5	38.0	0.52	—	—	—	—
3	1956 11 6	—	—	7.8	16.0	0.44	—	—	—	0.26
4	" " "	—	—	7.5	19.0	0.41	—	—	—	0.43
9	" " "	—	—	8.0	20.0	0.38	—	—	—	0.24
17	" " "	—	—	10.0	17.0	0.36	—	—	—	0.16
19	" " "	—	—	9.0	11.5	0.48	—	—	—	0.31
22	" " "	—	—	7.5	21.0	0.38	—	—	—	0.24
23	" " "	—	—	7.1	26.0	0.35	—	—	—	0.41
29	" " "	—	—	7.7	19.0	0.40	—	—	—	0.29
30	" " "	—	—	5.2	22.0	0.48	—	—	—	0.51
1	1957 10 17	17.74	11.0	6.5	33.0	0.30	2.1	103	0.4	0.41
2	" " "	17.76	25.0	6.5	26.0	0.36	1.4	84	0.4	0.53
3	" " "	17.73	18.5	5.2	28.0	0.40	1.1	41	0.4	0.59
4	" " "	17.81	11.0	6.3	18.5	0.47	1.0	82	1.1	0.53
5	" " "	17.69	33.0	4.6	23.0	0.51	1.3	92	0.4	0.83
6	" " "	17.67	10.0	3.9	25.0	0.54	1.2	109	0.5	1.20
7	" " "	17.63	17.0	3.3	25.0	0.61	1.3	119	1.2	1.50
8	" " "	17.62	11.5	3.3	34.0	0.47	1.8	129	0.6	1.43
9	" " "	17.58	17.5	3.4	26.5	0.58	1.2	98	0.6	1.47
10	" " "	17.55	16.5	3.0	32.7	0.52	1.2	111	0.4	1.55
11	" " "	17.56	11.0	2.9	26.0	0.65	1.3	105	0.8	1.72
12	" " "	17.45	20.0	2.8	34.5	0.53	2.7	206	0.7	1.77
13	" " "	17.45	10.7	2.4	31.0	0.63	2.0	139	0.7 ₅	2.36
14	" " "	17.28	5.8	2.0	28.8	0.78	4.9	303	1.2	2.50
15	" " "	17.41	12.8	2.1	31.5	0.69	2.9	245	0.7 ₅	2.34
16	" " "	17.47	6.0	2.1	35.5	0.63	3.2	245	1.4	2.34
17	" " "	17.37	8.0	2.0	24.0	0.90	3.0	273	1.0	2.41
18	" " 18	17.98	9.1	5.0	11.7	0.78	2.1	152	0.9	0.79
19	" " "	18.01	11.0	6.5	14.0	0.54	1.2	98	0.6	0.53
20	" " "	17.97	12.0	5.6	14.0	0.59	0.9	92	0.3	0.67
21	" " "	17.92	5.5	4.1	19.0	0.61	1.4	140	0.9	1.09
22	" " "	17.95	22.0	5.6	17.0	0.53	1.2	97	0.7	0.67
23	" " "	18.04	13.0	5.3	26.0	0.41	1.1	109	0.7	0.74
24	" " "	17.77	12.3	3.6	22.5	0.61	1.6	126	0.6	1.12
25	" " "	17.58	6.5	4.0	18.1	0.64	1.5	136	0.5	1.14
26	" " "	17.81	10.0	3.9	26.0	0.53	1.4	117	0.4	1.14
27	" " "	17.81	6.2	3.9	24.0	0.55	1.3	109	0.4	1.12
28	" " "	17.66	7.0	3.9	20.5	0.61	1.3	101	0.4	1.11
29	" " "	17.89	8.0	3.9	21.5	0.60	2.4	140	0.5	1.04
30	" " "	17.90	12.2	5.1	19.0	0.54	1.2	77	0.5	0.70
31	" " "	17.98	10.7	5.2	18.5	0.54	1.0	81	0.4	0.76

長というべきであろう。

表68 五ヶ所湾調査結果

測点	年月日	Cl (%)	水深 (m)	透明度 (m)	I_T (%)	a	$v(m\ell/M^3)$	$w(mg/M^3)$	S(mg/ℓ)	\bar{r}
1	1957 10 16	17.91	33.5	13.0	13.3	0.34	3.3	114	0.3	0.22
2	" " "	17.65	23.5	10.0	17.0	0.35	2.4	82	0.7	0.31
3	" " "	17.70	21.0	9.0	15.4	0.40	2.7	94	0.3	0.30
4	" " "	17.75	23.5	8.0	15.4	0.44	1.5	53	0.5	0.41
5	" " "	17.73	20.0	6.8	15.5	0.49	2.0	85	0.3	0.45
6	" " "	17.70	10.7	5.2	24.5	0.45	1.8	87	0.6	0.59
7	" " "	17.64	12.5	6.0	22.7	0.43	1.7	96	1.0	0.51
8	" " "	17.69	9.0	6.0	21.6	0.44	1.1	66	0.7	0.50
9	" " "	17.71	19.5	8.0	15.7	0.44	2.4	87	0.6	0.43
10	" " "	17.69	18.7	8.1	22.5	0.34	2.1	75	0.4	0.41
11	" " "	17.70	16.3	7.3	20.0	0.40	1.3	66	0.4	0.43

II) 懸濁質係数：英虞湾の懸濁質係数が五ヶ所湾のそれに比較して一般に大きいことは、透明度が悪いことと一致した結果である。本湾がなぜこのこのような結果を示すかは不明であるが、第1編でも論じた如く、本湾の1957年10月17日の懸濁質粒子は極めて特異なものというべく、濁度と乾物量との関係なども他の水域のそれとは極めて相違している。(図70参照) 周年調査を行っていないので、詳細な論議はできないが、表67の結果からすれば、湾口部あるいは湾中央部の懸濁質係数値は、3回の調査(春・秋と考えてよいであろう)で大差ないが、湾奥部に進むとかなりの変化が見られ、1957年10月の値が大きい傾向にある。調査の範囲内では、これらの差異が、时期的なものであるか、年変化によるものであるかは不明であるが、こ

こ2、3年来、立神浦、長田浦、船越地先など湾奥における夏・秋の異常大量死との関連を考えると極めて興味ある問題である。

五ヶ所湾は湾口部をのぞく大部分が0.4台で、ごく湾奥においても特に懸濁質係数が大きくなるようなことはない。

III) 濁度：両湾の差異は濁度においても顕著である。すなわち五ヶ所湾が全般的に濁度が小さいのに対し、英虞湾のそれは極めて大きい。特に後者の奥部ははなはだしい。

英虞湾の濁度については真珠研究所並びに三重県水産試験場によって調査されており、

特に湾奥(立神浦)の濁度分布と酸素量との関係などは真珠貝の夏期異常死に関連する研究として行なわれている。これらの結果も、湾奥部夏期の濁度の極めて大きいことを示している。

両湾の垂直分布を見ると(資料第25~第31図並びに図103、104参照)湾口、および湾中央部は大体均一型とみて良いであろう。湾奥部に進むと浅海湾奥型を示すことは一般内湾に比して大差ない。

図 103 英虞湾における濁度の垂直分布の例(数字は測点番号)

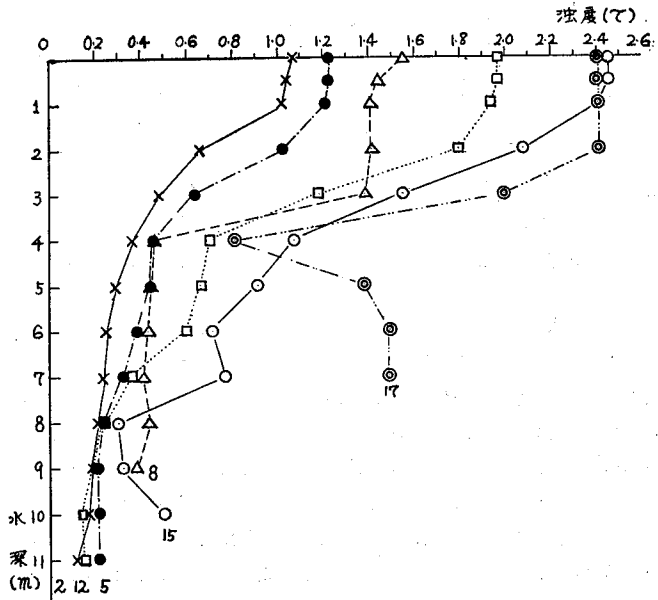
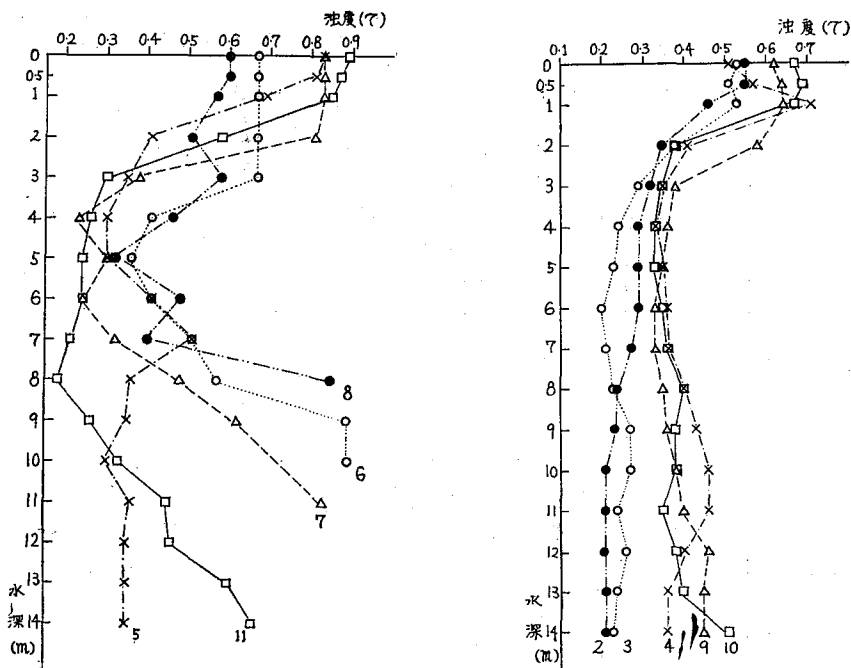


図 104 五ヶ所湾における濁度の垂直分布



ただ英虞湾の濁度垂直分布は、船越湾の如き極めて湾奥にあっても、約 3 m 以下の濁度は比較的小さく、湾中央に進むと約 5~6 m 程度では湾口とほとんど類似の濁度を示し、底中層部は外囲水の影響の強いことが伺われる。このように全水域にわたって表層部が顕著な濁度を示す理由については今の所不明であるが、本湾の特長は前述の如く上下 2 層が明瞭な区分を示していることであろう。

Ⅳ) 小型懸濁質乾物量：両湾とも乾物量は比較的小さい。特に英虞湾においては、濁度の大きいのに比して小型懸濁質乾物量の少ないのが特長であり、これらの点から本湾の懸濁粒子は極めて含水率の大きいものではないかと考えられる。

五ヶ所・英虞両湾とも明瞭な密度区分はないが、英虞湾では、間崎島を中心とする多島水域と長田浦、船越浦（東方湾奥）などを含めた水域が比較的高密度を示し、湾口、湾中央部並びに立神浦、賢島周辺は低密度である。

Ⅴ) 塩素量：両湾全域とも表層より透明度深までの 5 等分採水の結果（表 67, 68）はすべて 17.00% 以上を示している。各層別に両湾を見れば、すでに述べた如く、若干の区分にわけることができるが、いずれにしても全域は比較的均一化が進んでいて、とりわけて差異を示す必要は見られない。

Ⅵ) a-Cl 数：五ヶ所湾の a-Cl 数の分布は湾口部が 38 であるほかは他の水域はすべて 48 である。英虞湾での a-Cl 数は極めて複雑であるが、湾口部は五ヶ所湾と同様 38 をしめしている。湾中央部が一般に均一な値を示し、48~58 程度で各湾部は大多数が 68 を示している。（資料第 46, 47 図参照）仮りに 1956 年の 2 回調査時の塩素量が 1957 年のそれと類似であるとすれば、これらの時期の英虞湾はほとんど全域が 48, 49 を示していることになり、この点 1957 年の英虞湾は沿岸性が強くなったといえることができるのかも知れない。

以上の海況に対応する真珠生産の資料を持たないので両者の関係を詳細に論ずるわけには行かないが、木村・山口による昭和 33 年度試験養殖の結果概要を参考に英虞湾をみると、湾全体としては Cream, White 108) いずれも見られるが、湾奥の方に Cream が多く、湾中央から湾口にかけては比較的 White Pink 系が多い。また 1956 年頃より養殖場の湾中央部への進出が見られ、その結果が比較的良好であることを著者等は調査中各所で当業者より聞かされた。これらを総合すると、英虞湾における好漁場は、a-Cl 数で大体 48~49 を示

す資料第4図でいえば測点3, 5, 8, 10, 11, 22, 23を含む水域があげられるであろう。この点五ヶ所湾は各肢湾をも含めて大体48の a-CI 数を示していることを考えると、かなり化粧巻漁場としては有望な水域であると考えられる。

第3項 南部養殖場

南部養殖場は一般に母貝養成場あるいは避寒場として利用されているわけで、いわゆる化粧巻漁場としての価値は少ない。このことは表66の真珠筏の分布からも推定できるし、また、表69の真珠貝筏地域別台数からも予想される。このように南部養殖場が母貝養成あるいは避寒場として利用される理由は水温が他の水域に比較して高い(特に冬期間)ことによるわけであるが、一方化粧巻漁場として余り利用しないには、それなりの理由がなければならないであろう。

著者等は南部養殖場の例として引本浦・長島湾をとりあげ、これら2湾と、北部ないしは中部漁場との差異を検討することにより、母貝養成漁場と化粧巻漁場との特性を明らかにしたいと考える。得られた結果は一括表70に示した。

I) 透明度: 両湾とも透明度は全般的に良く、特に引本浦は湾奥の小部分をのぞくほかは、いずれも10m以上の透明度を示し、極めて外洋性であると考えられる。長島湾のそれは、肢湾である江ノ浦をのぞけば、これまたかなりの透明度を示す。いずれにしても、これら両湾の透明度は、ごく湾奥をのぞくほかは、北部・中部海域に所属する各々の湾口部に相当する。

II) 懸濁質係数: 引本浦にしても長島湾にしても、懸濁質係数は一般に小さく0.3台を示す水域が多く、

表69 三重県下真珠貝筏地域別台数
(昭和33年10月調) 文献107より

地 区		登録台数	浮設台数
北 部	鳥 羽	0	0
	的 矢 湾	76	47
	計	76	47
中 部	英 虞 湾	2,947	2,477
	五ヶ所湾	7,027	6,277
	計	9,974	8,754
南 部	南 島	5,867	5,357
	紀 州	5,704	5,254
	計	11,571	10,611
総 計		21,621	19,412

表70 引本湾・長島湾における調査結果

湾名	測点	年月日	CI (%)	水深 (m)	透明度 (m)	I _r (%)	a	v(mℓ/M ³)	w(mg/M ³)	S(mg/ℓ)	\bar{r}
引 本 湾	1	1957 10 15	18.05	8.5	8.0	21.1	0.50	2.3	152	1.3	0.42
	2	" " "	18.13	6.2	over	—	—	1.8	91	0.9	—
	3	" " "	—	—	8.3	14.5	0.45	—	—	—	0.35
	4	" " "	18.05	15.8	9.0	13.4	0.44	1.9	64	0.7	0.30
	5	" " "	18.13	15.6	9.3	14.0	0.42	1.4	78	0.8	0.33
	6	" " "	17.98	8.8	7.6	17.5	0.43	1.0	60	1.3	0.35
	7	" " "	—	—	9.6	16.5	0.37	—	—	—	0.27
	8	" " "	—	—	12.2	13.0	0.36	—	—	—	0.17
	9	" " "	—	—	10.9	16.5	0.33	—	—	—	0.23
	10	" " "	—	—	10.3	12.3	0.42	—	—	—	0.30
	11	" " "	18.02	33.5	11.6	18.0	0.32	1.4	68	0.3	0.26
	12	" " "	—	—	over	—	—	—	—	—	—
	13	" " "	—	—	13.0	11.3	0.37	—	—	—	0.22
	14	" " "	—	—	13.2	15.5	0.31	—	—	—	0.30
	15	" " "	—	—	10.5	12.0	0.42	—	—	—	0.29
	16	" " "	—	—	12.4	19.5	0.29	—	—	—	0.20
	17	" " "	18.29	53.5	12.0	17.0	0.32	1.4	76	0.8	0.22

湾名	測点	年月日	Cl (%)	水深 (m)	透明度 (m)	I _T (%)	a	v(m.ℓ/M ³)	w(mg/M ³)	S(mg/ℓ)	$\bar{\tau}$
長島湾	1	1957 10 15	18.25	20.0	11.8	16.5	0.32	2.4	81	0.7	0.27
	2	" " "	18.25	25.0	11.0	19.0	0.31	2.5	94	0.4	0.32
	3	" " "	18.29	18.5	10.0	17.0	0.35	2.1	73	0.5	0.31
	4	" " "	—	—	11.7	19.5	0.30	—	—	—	0.30
	5	" " "	—	—	11.8	21.8	0.29	—	—	—	0.32
	6	" " "	—	—	10.5	24.5	0.28	—	—	—	0.30
	7	" " "	17.81	9.8	7.9	20.0	0.38	1.8	65	0.4	0.42
	8	" " "	16.45	16.0	8.2	25.0	0.32	2.5	93	0.5	0.43
	9	" " "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	" " "	16.63	15.5	8.5	25.0	0.31	2.5	89	0.5	0.37
	11	" " "	18.05	13.2	5.9	20.5	0.46	3.2	123	0.3	0.58
	12	" " "	17.58	13.5	6.0	28.0	0.37	4.6	217	0.6	0.52
	13	1957 10 16	—	1.5	over	—	—	—	—	—	—
	14	" " "	—	3.1	over	—	—	—	—	—	—
	15	" " "	—	—	over	—	—	—	—	—	—
	16	" " "	17.60	6.4	5.0	17.0	0.58	3.4	145	0.7	0.67
	17	" " "	17.74	8.2	5.8	17.5	0.51	4.1	158	0.6	0.59
	18	" " "	17.62	7.9	5.0	19.0	0.55	5.6	194	0.6	0.77

湾奥あるいは江ノ浦が若干大きく、0.4、0.5台を示している。いずれにしてもこれら比較的大きな係数值を示す水域は両湾の極く小部分にすぎない。この点でも本湾は他の水域での各湾の湾口に相当する。引本浦と長島湾とでは江ノ浦を別にして考えれば、両者には大差が見られない。(資料第38, 39図, 第26表参照)

Ⅲ) 濁度: 表層より透明度までの平均濁度($\bar{\tau}$)で見ると、江ノ浦をのぞいた長島湾よりは、引本浦の方が小さい値を示している。長島湾の平均濁度は五ヶ所湾のそれと大差ない。両湾とも湾口と湾奥との間に濁度傾斜のあるのはごく表層のみで2m程度の深さになるとほとんど湾全域が均一の濁度を示す(資料第19図~24図参照)。両湾とも湾奥は、表層、底層が濁度の大きいいわゆる浅海湾奥型を示すほかは、大体均一型と見なしてよいようである。

これを要するに両湾とも北部・中部海域に比較して濁度は小さく(但し江ノ浦をのぞく。)一般に単純な分布を示している。

Ⅳ) 小型懸濁質乾物量: 両湾とも量的には余り多くないが、さりとて特に少量とは考えられない。江ノ浦の乾物量が0.6~0.7mg/ℓで余り多くないのは、この水域の濁度が比較的大きいことと考え合せると、これもまた英虞湾の場合と同様、この水域の懸濁粒子は含水率の高いものかも知れない。両者間の差異は、小型懸濁質乾物量の点からは認められない。

Ⅴ) 塩素量: 両湾とも全般的に高塩分である。特に引本浦は、湾奥部を含めて全水域が大体18.00%(Cl)以上と考えてよいであろう。但し表層は陸水の影響があって18.00%以下である。長島湾も大体が18.00%以上が考えられるが(表層より透明度深までの5等分採水したものの値)、江ノ浦および赤羽川尻が若干低塩分である。なお本湾の表層は赤羽川の影響のため比較複雑な分布を示すが、大体赤羽川河口を要として扇形状に低塩分水域が広がっている。いずれにしても、これら2湾は今まで述べて来た三重県下の各湾に対しては高塩分であって、直接外洋の影響を受けていることが予想される。

Ⅵ) a-Cl 数: 引本浦の場合は観測数が少ないので不分明であるが、大体ごく湾奥が49程度で他の大部分の水域は39を示すものようである(資料第44図)。これに対し長島湾の場合は、江ノ浦をのぞく他の水域は大体38, 39場合によっては29程度で、49の水域は極めて少ないものと考えてよいであろう。(資料第45図参照)

以上が三重県下北部・中部・南部真珠養殖場を代表すると考えられる、6湾の調査結果である。もちろん各湾ともに全水域が真珠養殖場として使用されているわけのものではなく、また、仮りに真珠養殖に使用されていたとしても、湾全体が同一の生産上の評価を得ているわけのものではない。従って各湾について真珠生産上の特性比較をおこなう場合には、同一湾内においても各養殖場毎の特性を把握し、真珠生産過程全体を通過した上で総合的に判断されなければならないであろう。真珠養殖技術は見方によってはそれほど進歩し、必ずしも一つの湾、一つの養殖場で充分ではなく、いろいろの特性をもつ水域の合理的組合せの上こそ完全な養殖が可能となると考えられる。

各海区毎の色別真珠出現の状況について、英虞湾を中間海区の基準として北部・南部漁場を比較すると、¹⁰⁶⁾伊勢湾は Pink の出現割合が多く、紀州すなわち南部漁場は金玉、Cream が多い。なお、英虞湾は銀玉の出現は他海区より多く Pink については紀州より多く年によっては北部伊勢湾漁場を凌ぐことがある。すなわち養殖場が北から南に移るに従いその色別真珠の出現割合が異なり各海区の持つ特質は次の如くすることができる。

Pink → 北部漁場および中部英虞湾漁場
 銀 玉 → 中部漁場
 Cream } → 南部漁場
 金 玉 }

なお、Pink と銀玉出現の関係は、逆の関係が見られ、Pink の多い年は銀玉出現率は低下するといわれ、その原因は、その年の降雨量による陸水の多寡が大きな影響をもつものと一部では考えられている。すなわち陸水の影響の多い北部漁場において Pink が、これとは逆に陸水の少ない南部漁場では金玉、Cream の出現率が多い。中間海区である英虞湾においては銀玉の出現率最も多く、陸水の影響の大きい年には Pink の出現率が北部を越す場合もある。その後の調査結果によれば、¹⁰⁸⁾一般的に従来より良い真珠のできない漁場、例えば英虞湾の湾奥などは今日でも良いものは出ていなく、その反対に湾口近くの潮通しの良い漁場、あるいは的矢・鳥羽周辺などは良質のものが出ている。英虞湾々奥の場合でも航路に近い潮通しの良い漁場は比較的良質の珠が生産されている。この調査においても南部漁場には Cream 系のものが多く、北部漁場では White Pink 系のものが多産され、前述の結果と一致している。英虞湾では湾奥に Cream が多く、湾中央から湾口にかけて比較的 White Pink 系が多い、一方垂下層別では南部漁場では 5 m 層の方が 2 m 層より White Pink 系が多く、Cream 系が少ない。五ヶ所湾でも同様の結果が得られ、英虞湾は逆で 2 m 層に White Pink 系が多い。北部の的矢湾では 2 m 層、5 m 層で大差はないが、2 m 層の方が若干 White Pink 系が多いようである。

宮内は良質真珠の養殖法について今までに行なわれた多くの人々の研究を総説しているが、いまだにこれというきめてはないようである。強いていうならば、母貝養成・挿核をも含めた内部条件と、外部環境との組合せによって良質真珠は発現するものと考えられる。これら詳細については更に今後の問題であるわけであろう。このような未解決な諸点を含めて、すでに述べた直接の飼育試験結果を総合すると、大体次のようなことがいえそうである。

良質真珠の生産は①的矢・鳥羽両湾一帯では垂下層に余り関係なくおこなわれる。②英虞湾では湾口・湾中央部の 2 m 層が比較的良質な漁場であり、湾奥部は Cream 系が多い。③五ヶ所湾は概して南部的性格が強い。④南部漁場は一般に Cream 系が多く、この内でも 5 m 層の方が 2 m 層に比較して White Pink 系が多い。

これらの生産状況に応ずる環境面での特長は大体次のようになるであろう。すなわち、良質真珠の生産される水域での a-CI 数は大体 48, 49 が見込まれる。英虞湾あるいは的矢湾奥の如く a-CI 数が 58, 以上を示す水域の製品は余り良くないようである。五ヶ所湾が大部分 48 を示しているにもかかわらず、生産状況はそれより南部の事情に類似していることは、おそらく、濁度の垂直分布などに見られる如く、かなり外圍性を示す時のあることが予想され、養殖中にあらわれる a-CI 数が、38, 39 を示すようなことが多いのではないかと考えられる。南部漁場の大部分は 38 台であり、品質が余り良くないことは五ヶ所湾に対する上述の推

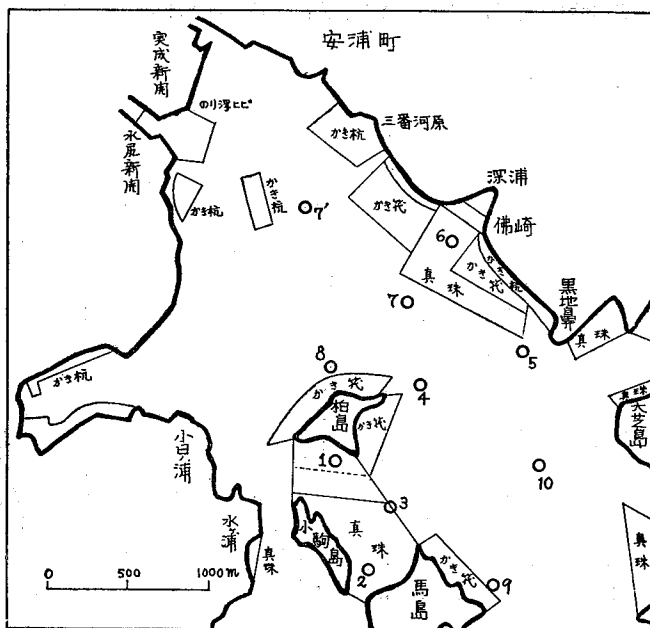
測をかなり確かなものにするように考えられる。

一般的に濁度の小さい南部がより深層（5 m層）で良質の真珠を作り、英真湾のように表層濁度の極めて大きい水域では比較的浅い層で良質真珠ができることは、最近提唱された^{112) 113)}した垂下層における光の問題などと考えあわせると極めて興味深い。

第3節 瀬戸内海養殖場

瀬戸内海の真珠養殖の歴史については詳でないが、そう古いものではないであろう。最近三重県下養殖場の狭少に加えて漁場の老化のため、新漁場への進展がめざましく、その結果として最近広島県下を中心に、瀬戸内海にも急激に真珠養殖場が設定された。

図 105 広島県安浦養殖場



ここではもっぱら広島県下の2、3の養殖場について考察する。真珠養殖事業法第3条の規定に基づく昭和34年度の広島県施設数量目標は175万個、筏台数の見込みが788台となっており、これらは県下全域に分布している養殖場に配分されるわけである。

一般に歴史が浅いために生産真珠の品質については余り明らかにされていないが、一説には極めて良好な品質であって、将来の真珠生産の中心は瀬戸内海ではないかといわれているようである。著者等の調査した養殖場は広島湾江田島周辺および中部海区の安浦漁場である。これら各養殖場の特長は、カキ養殖と混在している点で極めて的矢湾養殖場に類似している。図105は安浦漁場の概況である。

なお、江田島周辺の事情は図92を参照されたい。

西部漁場（江田島周辺）と中部漁場（安浦漁場）との顕著な外見的差異は附着物の有無で、前者が多いのに対して、後者は殆んど附着しないようである。

何れにしても瀬戸内海漁場の冬期水温は10~8℃に低下し越冬は極めて困難な条件にある。従って現在の所大部分の漁場はいわゆる化粧巻漁場として利用されている。もちろん、瀬戸内海のみで一環作業が完成することは望ましいことであり、それがための研究も母貝選定の形でおこなわれはじめてはいるものの、現在ではいわゆる豊後水道沿岸の避寒漁場を使用することが大切である。

著者等は以上の事情にかんがみ、瀬戸内海漁場をば主として化粧巻漁場の立場において考察した。⁹³⁾佐藤によれば的矢湾では“珠の色沢の特徴が出るのは9月以降で、初めに光沢が出て色彩の特徴が現われる。すなわち珠の色彩は8月頃にはクリーム系であるが、9月より光沢がよくより色彩はピンク系にうつり10、11月と進むにしたがってピンクの出現率が高まり11月以後になればこの湾独特の輝きをもつ色相の濃い珠が完成される。要するに珠の形成盛期は水温上昇期で、色沢の生成期は水温下降期であると考えられる”。そこで著者等は大体10月の海況を中心に広島県西部漁場、および中部漁場の構造を考察した。調査結果は一括表71に示した。

I) 透明度：各漁場とも大体類似の透明度を示し、5~7mと考えられる。大柿漁場の調査はいわゆる24

表71 広島県下真珠漁場調査結果

	測点	年月日	Cl(%)	透明度(m)	I _T (%)	a	v(mℓ/M ³)	w(mg/M ³)	S(mg/ℓ)	\bar{x}	
安浦漁場	1	1958 10 8	17.94	5.5	15	0.58	3.0	125	1.7	0.42	
	2	" " "	17.92	4.8	17.2	0.59	2.2	111	2.4	0.50	
	3	" " "	—	5.5	17.6	0.54	4.5	194	—	0.55	
	4	" " "	17.91	6.0	13.8	0.53	4.5	194	1.5	0.46	
	5	" " "	17.92	6.2	11.5	0.60	3.9	158	2.3	0.45	
	6	" " "	17.93	7.0	14.4	0.50	2.2	81	1.3	0.32	
	7	" " "	17.93	6.0	11.7	0.61	3.6	115	2.1	0.73	
	7'	" " "	17.86	4.6	22	0.53	3.3	121	1.9	1.05	
	8	" " "	17.89	5.0	9.8	0.77	3.8	121	1.9	0.63	
	9	" " "	17.94	5.2	22.2	0.48	2.7	85	1.6	0.43	
10	" " "	17.97	6.2	23.5	0.42	3.5	121	1.1	0.41		
大柿漁場		1956 10 30	h								
		" " "	14.00	17.40	7.0	18.3	0.44	4.7	198	1.4	0.53
		" " "	16.00	—	7.6	12.5	0.55	—	—	—	0.47
		" " "	18.00	17.36	—	—	—	—	—	1.0	0.49
		" " "	20.00	17.46	—	—	—	5.3	250	1.0	0.50
		" " "	21.55	17.44	—	—	—	—	—	1.0	0.24
		" " "	24.00	—	—	—	—	—	—	—	0.24
		1956 10 31	2.00	17.42	—	—	—	9.8	347	0.8	0.21
		" " "	4.00	—	—	—	—	—	—	—	0.12
		" " "	6.00	17.46	—	—	—	—	—	0.6	0.26
		" " "	8.00	17.49	7.6	16.0	0.45	5.9	145	1.6	0.41
		" " "	9.53	17.48	7.0	12.9	0.49	—	—	1.2	0.32
	" " "	12.00	—	7.7	13.0	0.50	—	—	—	0.33	
	" " "	13.50	17.41	7.7	10.5	0.55	4.7	190	1.6	0.26	
切串漁場	1	1956 10 23	17.49	4.4	30	0.42	8.9	145	4.0	0.64	
	2	" " "	17.48	5.7	26	0.40	6.3	112	3.0	0.45	
	3	" " "	17.50	5.4	21	0.49	4.5	103	3.0	0.41	
阿多田漁場	1	1956 10 22	17.42	4.4	33	0.40	—	—	2.0	0.48	
	2	" " "	17.41	5.8	25.5	0.40	—	—	2.0	0.46	
	3	" " "	17.43	6.4	22	0.42	—	—	2.4	0.52	
	4	" " "	17.40	6.1	23	0.42	—	—	2.8	0.40	

時間調査であって、その間の透明度は大体7mでほとんど一定であるとみなせる。また切串、阿多田漁場における測点は1が最も岸寄りで3、あるいは4は漁場の沖端に相等する。この間数100mの範囲ではあるが、若干差異がみられる。いずれにしても内湾に普通見られる程度の透明度であって、この点では何の特徴もない。

Ⅱ) 懸濁質係数：安浦漁場を見ると全体的に懸濁質係数値は大きく、湾口部(測点9、10)をのぞくほかはすべて0.5台あるいはそれ以上を示している。この点すでに述べた、カキ養殖場の値に極めて近似的である。ただ柏島、小駒島、馬島および大芝島で囲まれた水域は極めて流速が大で、水塊移動がはげしい所であり、次に述べる大柿漁場に見られるような1日の変化が予想される。従ってこの水域では測点10に見られるような0.4台の懸濁質係数をもつ水塊といわゆる湾内水とが交替するのかも知れぬ。この点では的矢湾渡鹿

野島周辺と極めて類似である。大柿漁場の10月頃の事情は大体0.4~0.5と考えてよいであろう。本漁場はいわゆる早瀬瀬戸に面しており、落潮時には呉市地先の陸水系水塊が通過する所で、そのために若干懸濁質係数が大きくなる場合がある。

切串漁場、阿多田漁場は、比較的広島湾の奥部に位置するにも拘らず、懸濁質係数は小さく、大体0.4台と考えられる。この点はカキ養殖場の項で見た大黒神島漁場(図95中)の懸濁質係数が極めて小さく0.3台を示すこと、漲潮時には大那沙美島周辺を通過して浸入した、これら水塊が切串地先にも影響するためと考えられる。阿多田島漁場は以上の水塊の影響も受けるが、それと同時に大竹、岩国ないしは玖波湾の影響を強く受けるものとする。(特に落潮時)

いずれにしてもこれら広島県西・中部漁場の懸濁質係数は、仕上げ期においては、0.4~0.5が考えられ、同地方におけるカキ養殖場より若干小さい値のように考えられる。しかし、その差も漁場の在り方からあきらかなように、極めて小さく、むしろ、ある漁場が真珠漁場として使用されるかカキ養殖場として活用されるかは、その時の両者の力関係であって、この点は矢湾の場合とよく似ている。

Ⅲ) 濁度: 表層より透明度深までのいわゆる平均濁度(\bar{T})でみると安浦漁場中真珠養殖の中心をなしている測点1, 2, 3, 5および6においては大体0.3~0.5程度で大体本漁場中では濁度の小さい水域である。その垂直分布は底層部をのぞくほかは、大体均一型である。大柿漁場は一般に濁度は小さく、その垂直分布は均一型である。ただ本測点は一般に漲潮初期に濁度が小さくなっている傾向が見られる(16時, 4時, 13時50分)。切串・阿多田漁場は大体類似の平均濁度を示しており、0.4~0.6とみてよいであろう。その垂直分布は湾奥養殖場は水深も浅いためか、両漁場とも浅海湾奥型であるが、同漁場においても沖側は均一型とみてよいようである。

濁度の点で見れば大体、大柿漁場<安浦漁場=阿多田漁場=切串漁場となる。

Ⅳ) 小型懸濁質乾物量: 一般的に瀬戸内海沿岸部は他の内湾に比較して小型懸濁質乾物量は多いようであるが、ここで取りあげている漁場はいずれも三重県下真珠漁場よりは多い傾向にある。特に切串、阿多田両漁場は2 mg/l以上の密度を示している。

Ⅴ) 塩素量: いずれの漁場も表層より透明度深までの平均塩素量は17.00%以上であり、その中でも安浦漁場が最も高塩分でほとんどの測点が18.00%(CI)に近い値を示している。他の西部漁場はすべて17.50%以下と考えられ比較的低塩分である。

Ⅵ) a-CI 数: 考察の対象とした全漁場とも a-CI 数は、48ないし58であると考えてよいであろう。

第4節 真珠養殖場の特性

真珠養殖がその目的とする所はいわゆる真珠の生産であって、前章で述べたカキ養殖とか、次章で述べるモガイ養殖に見られるような貝自体の生産ではない所に特異な点が考えられる。従ってその生産過程に見られる。漁場選択には他の貝類には見られない特別な考慮が払われている。著者等はこれら多種類の漁場中、特に化粧巻漁場を中心に、その特長と見られる点をば、現実に行なわれている各地の漁場(大村湾海区、三重県下漁場、瀬戸内海広島県下漁場)間に見られる共通点を抽出することによって明らかにしたいと考え、若干の考察のもとに大模次の如き結果を得た。

1) 化粧巻漁場として重要視されている。鳥羽湾養殖場、的矢湾渡鹿野島周辺養殖場、英虞湾々口部並びに湾中央部水域、大村湾水道部、更には広島県中部漁場、西部漁場のいずれも、仕上げ期と考えられる。9月より10月末頃の a-CI 数は大体48(懸濁質係数値は大体0.4台で、塩素量は16.00%~18.00%(CI))と考えられる。この場合の“a”は透明度と消散係数よりもとめた懸濁質係数で、真珠貝垂下層のそれではない。

2) 母貝養成漁場として使用されている三重県南部漁場および大村湾海区九十九島漁場の a-CI 数は38, 39の場合が多く、一般に化粧巻漁場より沖合性が強いようである。

3) 同一 a-CI 数であっても、小型懸濁質乾物量の多い漁場の方が優良とされているようである。例としては五ヶ所湾は大体 a-CI 数48であるが、的矢湾に比較して小型懸濁質乾物量は少ない。

4) 瀬戸内海真珠漁場は一般にカキ移殖漁場(島嶼部周辺域がこれに相当する)と混在している。この

点的矢湾漁場と極めて類似している。

5) 大村湾々奥部、あるいは英虞湾々奥部はいわゆる種苗地として使用されているようであるが、この水域の a-Cl 数は一般に化粧巻漁場より高い値を示している。

6) 化粧巻仕上げ漁場の濁度垂直分布は均一型あるいは躍層型の場合が多く、英虞湾の一部に見られるような大きな濁度値を示す場合は好漁場とはいえないようであるが、その限界濃度については今の所不明である。

7) 漁場の筏包容力についての指標は今の所分明的ではないが、漁場の定性的特性は一心概略的に次のような区分ができるのではないかと考える。

母貝養成漁場a-Cl	数で38, 39の水域
化粧巻仕上げ漁場a-Cl	数で48の水域
採苗場a-Cl	数で58以上の水域

第4章 モガイ養殖場について

本邦におけるモガイ (*Anadara subcrenata* LISCHKE) の主要産地は、東京湾(千葉・東京)、大阪湾(大阪・兵庫)、笠岡湾(岡山・広島)、豊前海(福岡・大分)、中海(島根)、および有明海(福岡・佐賀)などである。

棲息地は一般に内湾で、目下部によると、アマモ (*Zostera marina*) の繁殖する比較的波浪の静かな海域で、その底質は泥または砂泥であるが、特に流れの早い滞筋に多く棲息する。棲息場所の海水塩分条件はかなり広いようで、大体海水比重 1.018~1.020位が好適範囲と考えられているようである。その他モガイ養殖場の環境については、実際のな面からいろいろ論じられているが、いまだに養殖場としての性格ははっきりしていないようである。

すでに多くの人々によって紹介されている所であるが、モガイ養殖場といっても、その使用目的によっていろいろのものがあつて、普通には、採苗場、中間育成場、本田(狭義の養殖場)があげられる。採苗場と本田とは大体場所的に一致するが、時には別々の地域にある場合もある。中間育成場は採苗後本田に移植するまでの間育成する場所で全く人為的なものである。ここでは中間育成場については全く触れず、採苗場あるいは本田についてのみ述べる。

なおここで述べるものは、モガイ養殖場としての中海および笠岡湾であり、しかも極めて概略的なものにすぎない。モガイのみならず、アサリ、ハマグリなどいわゆる底棲生活の貝類については、すでに述べたいわゆる垂下(あるいは懸垂)方式をとるカキ、真珠貝とは異なり、底土直上の条件が、これら貝類の成長、増大に極めて大きな関係をもつことが考えられる。今まで述べて来た所で明らかな如く、このような水層の調査については、比較的研究がおくれている。特にこのような海底との関係において考慮しなければならない水域での懸濁質の問題はかなり複雑なことが予想されるわけであつて、底棲生活を行なう貝類の生態学的研究と同時に、今後の大きな研究課題であり、ここでは採苗場あるいは本田での表層より透明度までの懸濁質係数を中心に濁度などを含めて若干考察したにすぎない。

第1節 中海荒島沖漁場

本漁場は中海における人工採苗の中心をなすものである。成貝生産はこれより更に西方の意東・掛屋・馬潟などの各漁業協同組合地先である。

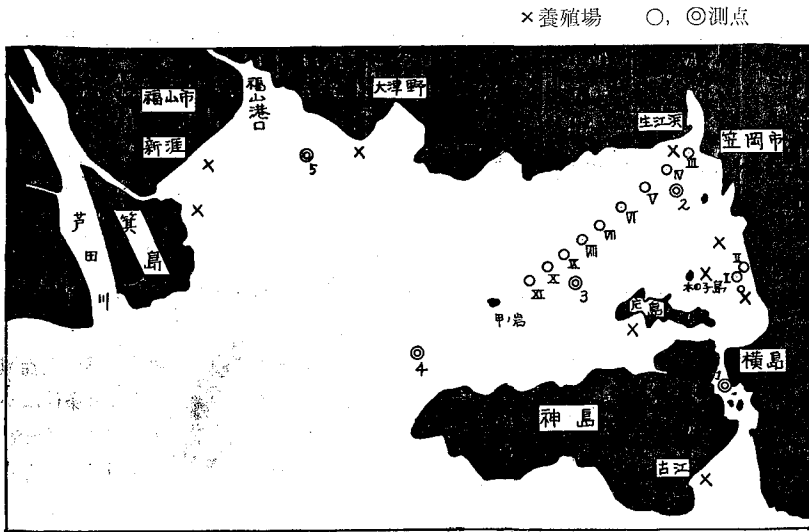
調査結果についてはすでにカキ養殖場の所で述べた通りである(図78, 79, 80, 表49参照)。本漁場(測点9, 10)における懸濁質係数は4月および11月でほとんど一定であり、測点9が0.80、測点10が大体0.70~0.75で、かなり大きな値を示している。消散係数も一般に大きく両測点ともに大体0.5前後の値を示す。調査項目の不足により、各水深での懸濁質係数値を求めることができないが、図80における消散係数の垂直分布から推測されることは、1~3m層は比較的懸濁質の量が少なく、3~5m層が急に多くなる傾向が感知され、いわゆる浅海湾型を示している。塩素量の観測がないので a-Cl 数を直接求めるわけに行かないが、太田・穂山¹¹⁴⁾・三代によればこのあたりの表層より底層までの平均比重は大体 1.018~1.020 と推定され

る。今この値を使用すると a-Cl 数は測点 9 では 87, 測点 10 では大体 77, 88 程度が見込まれる。

第2節 笠岡湾漁場

笠岡湾漁場は大きく 2 つに区分することができるが、いずれも中海産種苗を移入することによって成立して

図 106 笠岡湾モガイ養殖場ならびに測点



いた漁場であるが最近、現地採苗が可能になりつつある。¹¹⁵⁾

2 つの漁場とは東側の笠岡市地先漁場と西側福山地先漁場のそれである (図 106)。笠岡湾についての調査は村上¹¹⁶⁾によって詳細に行なわれているが、特にモガイ漁場との関連についてうんぬんはしていない。本湾の一般的な概観はこ

表 72 笠岡湾調査結果

測点	年月日	透明度 (m)	I _T (%)	a	S(mg/ℓ)	\bar{T}
I	1955 11 29	2.8	24.5	0.94	—	—
II	" " "	2.1	35.5	0.61	—	—
III	" " "	1.8	34.5	0.70	—	—
IV	" " "	2.1	38	0.58	—	—
V	" " "	2.6	27	0.67	—	—
VI	" " "	2.6	21	0.80	—	—
VII	" " "	2.5	28	0.67	—	—
VIII	" " "	2.9	26.5	0.62	—	—
IX	" " "	2.9	28	0.60	—	—
X	" " "	3.1	18	0.77	—	—
XI	" " "	2.8	19	0.80	—	—
1	1957 2 21	2.3	30	0.68	5.1	0.67
2	" 2 22	3.0	28.6	0.60	3.8	0.78
3	" " "	2.0	27	0.82	5.9	1.54
4	" " "	4.3	33	0.40	2.0	0.14
5	" " "	3.4	21	0.67	3.7	0.55
1	1957 3 11	1.3	45	0.76	9.1	1.89
2	" 3 12	2.6	38	0.50	6.1	0.97
3	" " "	3.2	40	0.40	5.6	0.75
4	" " "	3.7	48	0.30	3.5	0.32

これらの文献にゆずるとして、ここでは懸濁質係数を主とする若干の項目からみた笠岡地先モガイ漁場について述べる。

笠岡湾調査結果の一部は表 72 に示した。測点 I ~ XI までの調査は主として笠岡地先における沖岸の関係を見たものである。この結果からすると、本水域はほとんど均一の懸濁質係数を示しているようにみえるが、それでも若干の差異がみられ、測点 VI を中心に比較的大きな係数値を示す水塊の存在が認められる。¹¹⁶⁾ 村上によれば本水域は笠岡湾において表面水温の年変化が夏高温冬のいわゆる陸岸型に属するといわれているもので、表層水温・表層塩素量、透明度の年平均値はそれぞれ、17.3°C、17.3% (Cl), 2.6~2.3m である。

一方測点 1 ~ 5 についての調査結果をみると、測点 2 の懸濁質係数値は、測点 IV の場合を含めて大体同一であり、この辺の状況は、かなり安定した事情にあることが予想される。測点 3 で代表される水域は、外囲水と陸岸水との交替が予想

される地点で、そのための不安定さが本調査結果からも観取される。測点4は最小の懸濁質係数值を常に示し、外囲水とみてよいであろう。この点は村上¹⁶⁾の外部型（表層水温・塩素量および透明度の年間平均値、17.3°C、17.3%、4.7m）に一致する。

一般にこれら内湾は秋より冬にかけて、懸濁質係数は小さく、この面からは沖合性を強くするわけであって、この水域でも大体同様のことが考えられるので春夏の係数はかなり大きいものであろう。笠岡地先モガイ養殖の中心は、木の子島東方水域である。これら水域の懸濁質係数が0.94とかなり大きな値を示していることは極めて特長的である。勿論このような水域での懸濁質の分布は不均一であることはすでに述べた所でもありこの場合でも測点I、IIは数10mの距離の点であるにも拘らず、両者の値がかなり相違している。このように不安定さが予想されるが、横島水道（測点1）の値が大体0.7前後を示すことを考慮すると漁場の値としては、大体0.7程度の懸濁質係数值が考えられるであろう。福山地先漁場の調査は1回であるため、詳細を述べるわけには行かないが、大体笠岡地先と類似の値と考えられるのではなかろうか。ただこの水域は湾奥型で水温は比較的高く（17.6°C）塩素量は17.2~16.7%で陸岸型の笠岡地先より若干低塩分である。透明度はやや大きい（3.6~2.7m）。

小型懸濁質乾物量は、全測点ともに極めて多く、特に横島水道域は顕著である。濁度は従って測点4の湾口部をのぞくほかは、極めて大きく、内湾性の強いことを示している。

以上の如く、笠岡湾内にみられるモガイ養殖場は、a-Cl数で68~78程度が予想され、小型懸濁質乾物量は大体3~5 mg/lの多量を示している。

第3節 モガイ養殖場の特性概要

1. 中海荒島地先漁場および笠岡湾内モガイ漁場について、主として懸濁質係数を中心に調査をした結果は大略次の如くである。

2. 表層より透明度までの消散係数と透明度深より求めた懸濁質係数(a)と、そこにおける塩素量(Cl)とで得られる a-Cl diagram によれば、両漁場ともに77~78を中心に、比較的大きい所にある。

3. モガイのみならず、底棲貝類の場合の a-Cl 数は底土直上のそれを求めることが重要であることは論をまたない所であるが、中海荒島地先漁場にしても笠岡湾のそれにしても水深が余り大きくなく、濁度などの分布型からはいわゆる、浅海湾奥型であって、底層の懸濁質係数は底質の影響を強く受けることが考えられる。しかもこの場合の底質は泥であることを考慮すれば、底層の a-Cl 数はかなり大きなものになることが考えられる。

4. 採苗場、中間育成場、本田と養殖技術の上からはすでに区分されているわけであるが、これら区分がモガイの成長ともなう生理・生態学的特性の変化に充分対応するものであるか、また、これら3漁場の特性がいかなるものであるかなどはなお今後の問題であり、本研究では深く追究しなかった。

第5章 懸濁質より見た貝類養殖場特性の相互関係

現実に見られる貝類養殖場の構造をば、生産対象貝類の餌料環境の立場から、特にその水域に見られる水中懸濁質の質量を中心に若干考察して来た。

もちろんこの間、貝類養殖場の特性が、そこに存在する懸濁質のみによって決定されるものではなく、他の諸条件との関連のもとにうんぬんされなければならないことは当然であり、けっしてこの点を否定したわけではない。ただわれわれが、現実の場において貝類養殖場としての適地問題などを取りあげる場合にも、その判定基準が余りにも複雑過ぎ（完全判定を望む余りの結果として）ることは決して望ましいことではなく、むしろ実際的には、そのものがある不完全さをもっているにしても、その許容される範囲内での指標として、比較的簡単にある程度の漁場区分を可能ならしめるものの発見が、今の段階では重要なことのように考えられる。

以上のような観点のもとに著者等はすでにカキ、真珠、モガイ養殖場について調査し、その結果について述べてきたわけである。

その結果、それぞれの種類の養殖場には、それがわが国の何処の海域にあるにしても、そのものが漁場として成立するためには、あるかなり共通した特性の存在が認められることを明らかにした。

ここでは更に、各種養殖場の特性間にはいかなる関係が存在するかを明らかにし、地先漁場の有効な活用のための資としたいと考える。

この場合カキ養殖場は更に採苗場（種苗場を含む）養成場とに区分し、養成場はなおいわゆる養殖場と移殖養成場とにわけた。真珠養殖場は、実際にはこれまた、採苗場、母貝養成場、避寒場、化粧巻養殖場（仕上げ漁場）などに区分されている。モガイ養殖場にしても採苗場、中間育成場、本田などの区分がみられる。従って貝類の漁場調査もこれらすべてにわたる必要があろう。

I) 採 苗 場

a) モガイ採苗場としての中海荒島地先および笠岡湾における a-Cl 数はいずれも77あるいは78程度であり、その水域の濁度は一般に大きく、その垂直分布は上下層濁中層清澄のいわゆる浅海湾奥型を示す。小型懸濁質は一般に多く笠岡湾の場合などは大体5 mg/ℓ程度が考えられる。

b) カキ採苗場（種苗場を含む）として現実に利用されている水域は比較的浅所で、干潮時には干出する場合が多い、今その代表漁場と考えられる。万石浦渡波地先、松島湾島嶼周辺、広島市草津地先採苗場についてみると、懸濁質係数(a)は0.6~0.7程度、その塩素量 (Cl%) は大体15.00%~18.00%で、a-Cl 数は68、または78程度が見込まれる。濁度は大体0.8以上を示しその垂直分布型は、躍層型ないしは浅海湾奥型を示し、小型懸濁質乾物量は概略2 mg/ℓ以上を示すものと考えられる。

c) 真珠貝採苗場：特に採苗場としての調査を行っていないが、今大村湾奥部あるいは英真湾奥部などを採苗場の一例としてあげることができるとすれば、これら水域の懸濁質係数(a)は大体0.5~0.7程度が考えられ、その塩素量 (Cl%) は17.00~18.00%の範囲で a-Cl 数としては58~78程度とみてよいであろう。濁度の垂直分布は浅海湾奥型であるが時には上層のみが極めて大きな濁度を示す、いわゆる躍層型（英真湾奥）である。小型懸濁質量は中庸で1~2 mg/ℓと考えられる。

II) 養 成 場

a) モガイ本田：モガイ養殖の場合は、種苗は先ず中間育成場に移され、それからいわゆる本田と称される養殖場に移殖される。笠岡湾における笠岡地先、福山地先本田は、同時に採苗場としても利用される水域で、この場合の本田特性は前述採苗場のそれとほとんど類似であると考えてよいであろう。

b) カキ養成場：養殖技術の進歩した広島湾では養成場は、いわゆる従来からの養殖場（主として筏式養殖場・簡易筏式養殖場）と、これら養殖場からある時期に身入りを良くするために移動する移殖養成場（主として広島湾内島嶼周辺漁場）に区分することができる。他の地方にはこのような移殖養成場はほとんど見られない。

万石浦、松島湾内のカキ養殖場は一般に身入りが充分ではなく、養殖場としてはむしろ使用に困難なものであろう。舞鶴湾および中海境水道附近は戦後間もなくは極めて良好な養殖場として使用されたが、昭和25年頃（特に中海でそうである）には異常斃死によりほとんど壊滅的に現在に及んでいる。この意味では養殖場とはいえないであろう。

広島湾における養殖場の例としては、簡易垂下式養殖場の草津地先、筏式養殖場として江波地先、海田湾、あるいは江田内漁場があげられる。草津地先の懸濁質係数(a)は概略0.5で塩素量 (Cl) は16.00~17.00%が見込まれる。すなわちこの水域の a-Cl 数は秋より冬にかけての養成期には大体48, 57, 58程度が考えられる。江波地先筏式養殖場の場合も大体58程度の a-Cl 数で、身入り具合は最高と考えられる。海田湾内の各養殖場の a-Cl 数は秋より冬期にかけては大体48を示し、江田内漁場も類似である。両漁場とも余り良好な身入場とは考えられない。

なお、前述した如く壊滅的衰微を続けている中海の養殖場の a-Cl 数も大体68程度で比較的湾口に近い漁場で58位が平均ではなかろうか。広島湾島嶼部にあるいわゆる移殖養成場の一つである切串漁場の a-Cl 数は48が見込まれる。場合によっては大黒神島周辺の如く38程度の水域も利用されるが、このような場所は良

好とはいえない。

層別に見た $a-CI$ 数の研究は今後の問題であるが、海田湾金輪島漁場、大黒神漁場、江田内漁場、吉島漁場について上層、中層および下層毎の $a-CI$ 数とカキ身入り具合を予備的に吟味した所、3層とも48~58を示した吉島漁場の成績が最高であり、38~39を示すような水層の身入りは余り良くなかった。

濁度よりみた各漁場の性格は大略次の如くである。東北地域の万石浦、松島湾については、いまだ濁度調査を行っていないので、詳細な検討を下し得ないが、消散係数の事情から推定すると、かなり大きな濁度が見込まれ、特に底層部(2~3m深)での濁度は大きいことが予想される。日本海沿岸の舞鶴湾、中海の事情は極めて特長的で2~3m附近に濁度躍層が認められ、垂直分布の上からはいわゆる躍層型の典型を示している。従ってこのような水域では層毎の考慮が養殖の上でも必要なことであろうが、本研究ではこの面の考察は不十分で、将来にのこした。

広島湾における各漁場の濁度は、いわゆる養殖場として考えられる草津地先、吉島地先と移殖漁場としての島嶼部漁場とでは若干異なり、前者が相対的に大きい。なお、海田湾、江田内養殖場は、両者の中間ないしは移殖漁場のそれと類似の値を示す。濁度型は第1編で見た如く、沿岸よりがいわゆる上下層濁、中層清澄の浅海・湾奥型であり、やや岸よりはなれた湾中央部、あるいは湾口部などでは上層濁、中層清澄の躍層型、大黒神島では均一型が認められる。

広島湾漁場における小型懸濁質量は、 $a-CI$ 数に比較して一般に多量である。沿岸寄り河口域養殖場は特に多量の小型懸濁質乾物量を示し、草津地先などは夏より秋にかけてではあるが、大体2mg/l以上を示している。吉島地先はもちろん、金輪島周辺、切串、大黒神島漁場も大体1mg/l以上であるが、江田内漁場は逆に極めて少ない(大略0.5mg/l)。

小型懸濁質乾物量の多寡が、直ちに餌料量の多少に対応するわけのものではないが、江田内漁場の場合などカキ身入りの悪さとあわせ考えると極めて興味ある事柄である。

c) 真珠母貝養成場：一般貝類の養成場に対応するものを真珠養殖に求めれば、それは母貝養成場であろう。すでに述べた如く、母貝養成場としては、三重県紀州漁場があげられる。今これら漁場の $a-CI$ 数を求めると大略38, 39, 49程度の水域である。もちろん、英虞湾、五ヶ所湾でも母貝生産は行なわれていて、それがための密殖問題が生起しているわけであるが、多くの場合真珠育成漁場(挿核後の貝育成漁場で母貝育成漁場と区別する)に比較的条件的の良い水域が与えられる。従って密殖問題などを考慮しなければ母貝育成場の $a-CI$ 数はかなり範囲が広く48, 49, 38, 39などがあげられることであろう。この場合の濁度は一般に小さく、その分布型は多くの場合、均一型である。小型懸濁質乾物量が比較的少ない場合(三重県紀州漁場などは0.5mg/l程度)でも漁場として成立している。もちろんこの場合でも多い方がよいことは当然であろう。ただ母貝養成の場合は特に成長の早く「膨らみの大きい貝」を仕立てる事が必要であるが、そのための条件については水温の高いこと以外にはほとんど不明であり、今後の大きな研究課題であろう。

Ⅲ) 化粧巻漁場：これは本来は真珠の育成漁場の中に包含されるものであるが、特に真珠の色調と光沢とを与え良質真珠に仕上げるための漁場のことをいう。この種の漁場としては的矢湾渡鹿野島周辺、鳥羽湾漁場、英虞湾中央部漁場、大村湾海区水道部などが有名であり、瀬戸内海漁場も最近重視されて来た。これら漁場の $a-CI$ 数はほとんどが48で、時に49を示す場合がある。このような $a-CI$ 数を示す場合でも小型懸濁質乾物量の多い漁場の方が良好である。すなわち的矢湾は英虞湾、五ヶ所湾の小型懸濁質乾物量より多く、漁場価値としては現実にも前者の漁場が高く評価されている。

ただここで注意すべきは、瀬戸内海にしても的矢湾にしても化粧巻漁場とカキの移殖漁場とが競合することであろう。濁度の垂直分布型はかなり変化が多く、均一型(鳥羽湾、五ヶ所湾、大村湾)躍層型(大村湾、鳥羽湾、英虞湾、瀬戸内海)浅海・湾奥型(的矢湾、瀬戸内海)のいずれもが存在する。

以上を一括したのが、表73である。今 $a-CI$ 数の大小によって漁場を配列すると次の如くなる。

モガイ採苗場≡モガイ本田>カキ採苗場>真珠貝採苗場>カキ養成場>真珠化粧巻漁場
≧カキ移殖漁場≡真珠母貝養成場

これらはいずれも、各貝類の養殖場の定性的良否判定指標であって、養殖漁場の定量的特性を標示するもの

表73 各種貝類漁場の特性一括表

漁場種類	好適 a-CI 数	濁度垂直分布の代表的型	小型懸濁質乾物量
モガイ採苗場	77, 78	浅海・湾奥型	極めて多
カキ採苗場	68, 78	躍層型, 浅海・湾奥型	多
真珠貝採苗場	58, 68, 78	躍層型, 浅海・湾奥型	中庸
モガイ本田	77, 78	浅海・湾奥型	極めて多
カキ養成場	48, 57, 58	躍層型, 浅海・湾奥型	多
カキ移植漁場	38, 39, 48	躍層型, 均一型	少
真珠貝養成場	38, 39, 48, 49	均一型	少
真珠化粧巻漁場	48, 49	躍層型, 均一型 浅海・湾奥型	中庸

ではない。定量的特性にまで著者等の研究を高めるためには、更に a-CI 数の生態学的意味を明らかにするなどはもちろん、いわゆる懸濁質の有効餌料としての評価の問題、更には餌料供給に関連する流速の問題などを明らかにする必要がある。

結 言

国内外の諸条件により水産業の浅海増養殖への依存度は、最近急激に高まってきた。その結果としてあるいは沿岸振興のための法制化に、また各種の生産施設の増設に積極的な施策がほどこされつつある。

しかし、これら諸策の基礎である浅海増養殖場の良否判定は必ずしも充分ではなく、漁場利用の上では今なお漁業者の経験に依存する面が強く、統一された見解のもとに事が取りおこなわれてきたとはいえない点が多い。

著者等は浅海増養殖場の特性を明らかにし、地先漁場の高度利用を計るための基礎の一部とすべく考え本研究を実施してきたわけである。もちろん多要因の相互作用の上で成立していると考えられる漁場条件が、本研究結果のみによって充分にうんぬんし得るものとは考えられないが、少なくとも貝類養殖場の特性区分に対する若干の知見は提供し得たものとする。

すでに各所で述べた如く、本研究の進め方としては、貝類の餌料は水中に存在する小型の懸濁粒子であるとし、それらを中心に現存する各種貝類養殖場を調査し、これらに共通な事項を抽出することにより、養殖場の良否判定の指標を得るように努めてきた。従ってそこに得られた指標は、すでに養殖場として成立した水域でのものであって、あらたなる水域が養殖場に転化して行く過程については今ただちにうんぬんする資料をもっていない。従ってある水域が良好な養殖場になり得るか否か、また良い漁場にするにはどうすれば良いかなどに対する事前判断に関する事柄は本研究の成果をもとに今後更に追究しなければならない点である。このことは養殖場造成のための基礎となるものであって、ある程度の結果を得れば沿岸埋立、干拓などに際しても、積極的に計画立案に参画し、あらたなる漁場の造成に寄与し得るであろう。

水中懸濁質に関する研究は主として、その粒子径を野外において直接調査測定すること、水中における懸濁質密度の測定などに向けられていた。このことは貝類の摂餌習性に関する研究の段階に応ずるもので、今後は、貝類の必要餌料量の研究と同時に、いわゆる水中における有効餌料量の推定、餌料補給の問題など、いわば漁場価値の量的判定に必要な基礎を確立する必要があるであろう。かくして、いわゆる貝類養殖における密殖の問題も解決するであろう。

以上の如く本研究は、浅海内湾における貝類養殖漁場問題解決のための緒であって、研究の主体は今後にもむしろあるというべきであろう。この意味から大方の本研究に対する、きたんないご批判とご指導を切望するものである。

総 括

1) 本研究は浅海内湾における貝類養殖場の構造的特性を主としてそこにおける水中懸濁質の質量上の特長から解析を試みたものである。

2) 従来水中懸濁質の研究はもっぱら海洋学の一部門として取り扱われてきたものであり、研究の場は主として沖合であった。もちろん極めて少数ではあるが、懸濁質を水中生産との関連のもとに研究しようとし

たものもあるが、必ずしも充分なものとは考えられない。著者等は貝類の摂餌習性から水中懸濁質がいわゆる餌料環境を構成する重要な因子であることを予察し、主として貝類の餌料としての立場において懸濁質に関する若干の基礎的研究を試みた。これらの結果を一括したのが第1編である。

3) 本研究でいう懸濁質とは水中に存在する一切の微小粒子であって、その中には Bacteria, Plankton をはじめ、生物、無生物、有機無機物などすべてが包含される。

4) これら懸濁質の研究に際して最も困難を感ずることは、その採集法であり、各種測定法である。これらについては、直接水中濾過法、光学的水中測定法について若干考察し、少なくとも貝類の摂餌習性に関する現在の研究段階に応じ得る程度の結果を得たと考える。

5) 一方水中懸濁質は 100 μ 以上の大型であっても、それ以下のものであっても極めて不均一の分布を示していることを明らかにし、ある水域(水塊)を代表するための採集にはかなりの時間(または範囲)を掛けることが望ましいこと。そのためには毛細管採水法などが便利であることを明らかにした。

6) 水中懸濁質を 100 μ で大小2型にわけ、両者の乾物量を比較すると、浅海・内湾については小型懸濁質乾物量が常に多い。

7) 小型懸濁質中に占める Phyto-plankton 量は極めて少なく、いわゆる Chlorophyll を含まない微細粒子の量は多い。

8) 小型懸濁質の灰分は一概にどうということとはできないが、一般に沿岸に近いものほどその含有率は高いようである。

9) 以上の如く、水中懸濁質の質・量を測定するのに直接採集することは、極めて多くの労力を必要とする。その上、研究対象である浅海・内湾の急速な変化に対応するためには、多くの測定をする必要がある。ここに懸濁質の質量を相対的にでも比較的迅速に認知する方法の必要性が生ずる。著者等はこれを光学的方法に求めた。

10) 大・小型懸濁質濃度と透明度の間には極めて概括的に双曲線的関係が見られるが、それらの関係から各量を相互に推定することは今の所不可能である。

11) 透明度(T)と消散係数(μ)の間には統計的に $\mu = aT^{-0.3}$ が成立することを多くの内湾について検討した。a はいわゆる懸濁質係数である。

12) 実際の浅海・内湾における懸濁質の時空的分布を、もっぱら海田湾(広島湾の一部)について吟味した。

13) 浅海・内湾における懸濁質の時間的変化を見た結果は、極めて短時間内にも質・量ともに変化すること。日変化が見られるが、多くの場合は潮時変化とみてよい。一般に浅海・内湾においては、春夏にかけて懸濁粒子径は小さく、その量は多い。秋冬はこの逆の現象が見られる。

14) 風雨の影響は無視できない。

15) 浅海・内湾における塩素量分布と、懸濁質の質量分布とは必ずしも一致しない。この理由の一つは懸濁質の分布根源が塩素量の場合のように沖合と陸水のみによらず、海底の泥土あるいは Plankton など微細生物群の局部発生もその原因をなすからであろう。

16) 浅海内湾における懸濁質の質量空間分布はかなりの変化を示すが、しかし、時期と潮時を一定にして考えると、懸濁質による水域区分の相対的位置は年々大きな変化は見られない。但し、その絶対値については多少の差異は年により認められる。

17) 垂直分布の上で、懸濁質の質量と塩素量とを比較すると必ずしも一致しない場合が見られる。これは水平分布の場合と同様、底土の形響によることが大きい。

18) 浅海内湾における懸濁質の起源について無機懸濁質の多くは陸岸性であり、有機懸濁質は海自体の生産によることが多いと推論した。

19) 以上の如き、懸濁質自体の特性およびその時空的分布などに関する知見から現実に行なわれている貝類養殖場の構造を吟味して第2編とした。

20) まず貝類の摂餌習性について若干の実験を行なうと同時に各種文献より、貝類は種類により、成長の

段階に応じ微細粒子の摂取に対して粒子径による撰択性があることを知った。

21) 貝類は摂餌の前提として考えられる吸水量についてかなり顕著な適塩分範囲をそれぞれの種類がもっていることを知った。

22) 水温が貝類の生活に極めて重要な意義をもつことは良く知られていることであるが、それだけに、貝類養殖では、水温の問題は一つの前提となっているので、本研究ではあえて取り上げなかった。従って本研究では養殖場の特性をば、そこに存在する懸濁粒子の大小、並びに塩素量を中心に解析した。

23) カキ養殖場としては、広島湾、中海、舞鶴湾、松島湾、万石浦について述べた。

24) 真珠養殖場としては、広島県下養殖場、大村湾海区養殖場、三重県下各地養殖場での結果を述べた。

25) モガイ養殖場としては中海、笠岡湾についてその概略を吟味した。

26) 以上の調査研究の結果を、懸濁係数(a)と塩素量(CI%)とで作った a-CI diagram で整理すると大体的次のようになる。

モガイ採苗場≒モガイ本田>カキ採苗場>真珠貝採苗場>カキ養成場>真珠化粧巻漁場≒カキ移殖漁場≒真珠母貝養成場

27) いわゆる貝類の養殖としての中心をなすカキ、真珠、モガイ漁場の適否を定性的に判定する指標を得たが、今後は更に、これら漁場の生産力をも示す指標の確立に進みたいと考える。

文 献

- 1) 花岡、島津：東京湾産バカガイの形態変異と成長。日水誌，15，7 (1949)。
- 2) 日下部台次郎：モガイとその養殖。水産増殖叢書，No. 6. (1954)。
- 3) D. ATKINS : On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Quart. Journ. Micro. Sci., 79, 181~308 (1936)。
- 4) D. ATKINS : On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Quart. Journ. Micro. Sci., 79, 339~373 (1937)。
- 5) D. ATKINS : On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Quart. Journ. Micro. Sci., 79, 423~445 (1937)。
- 6) C. M. YONGE : Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *Ostrea edulis*. J. Mar. biol. Ass. U. K., 14, 295~386 (1926)。
- 7) C. M. YONGE : Evolution of ciliary feeding in the prosobranchia, with an account of the feeding in *Capulus ungaricus*. J. Mar. biol. Ass. U. K. 22, 453~468 (1938)。
- 8) C. M. YONGE : On the structure and adaptations of the Tellinacea : deposit-feeding Euamellibranchia. Phil. Trans., B, 234, 29~76 (1949)。
- 9) G. OWEN : On the Biology of *Glossus humanus*(L)(*ISOCARDIA CORLAM*). J. Mar. biol. Ass. U. K., 32, 85~106. (1953)。
- 10) G. E. Mac GINITIE : The use of mucous by marine plankton feeders, Science. 86, 398~399 (1937)。
- 11) G. E. Mac GINITIE : The method of feeding of Chaetopterus. Biol. Bull, 77, 115~118 (1939)。
- 12) G. E. Mac GINITIE : The method of feeding of unicates. Biol. Bull, 77, 443~447 (1939)。
- 13) G. E. Mac GINITIE : The size of the mesh openings in mucous feeding nets of marine animals. Biol. Bull, 88, 107~111 (1941)。
- 14) D. L. FOX, H. U. SVERDRUP & J. P. CUNNINGHAM : The rate of water propulsion by the California mussel. Biol. Bull, 72, 417~438 (1937)。
- 15) C. B. JØRGENSEN : Feeding-rates of Sponge, Lamellibranchs and Ascidians. Nature, 163,

92 (1949).

- 16) C. B. JØRGENSEN : The rate of feeding by *Mitylus* in different kinds of suspension. J. Mar. biol. Ass. U. K, **28**, 333~344 (1949).
- 17) C. B. JØRGENSEN : On the relation between water transport and food requirement in some marine filter feeding invertebrates. Biol. Bull, **103**, 356~363. (1952).
- 18) C. B. JØRGENSEN & GOLDBERG E. D. : Particle filtration in some ascidians and lamellibranchs. Biol. Bull, **105**, 477~489. (1953).
- 19) W. A. CHIPMAN & J. G. HOPKINS : Water filtration by the Bay-scallop, *pecten irradians*, as observed with the use of radioactive plankton. Biol. Bull, **107**, 1 (1954).
- 20) D. BALLANTINE & J. E. MORTON : Filtering, feeding and digestion in the lamelli-branch, *Lasaea rubra*. J. Mar. biol. Ass. U. K, **35**, 241~274. (1956).
- 21) V. L. LOOSANOFF & J. B. ENGLE : Effect of different concentrations of micro-orga-nisms on the feeding of oysters (*O. virginia*). Fishery Bull, **42**, 31~57 (1947).
- 22) C. E. ZoBELL & W. A. LANDON : The bacterial nutrition of the California mussel. Proc. Soc. exp. Biol., N. Y., **36**, 607~609 (1937).
- 23) C. E. ZoBELL & C. B. FELTHAM : Bacteria as food for certain marine invertebrates. J. Mar. Res, **1**, 312~327 (1938).
- 24) 今井, 畑中 : 無色鞭毛虫によるマガキの人工飼育. 農学研究彙報 (東北大) I (1949).
- 25) V. L. LOOSANOFF, H. C. DAVIS & P. E. CHANLEY : Food requirements of some bivalve larvae. Proceedings of the national Shellfisheries Ass, **45**, (1954)
- 26) D. L. FOX, EDITOR : The habitat and food of the California Sea-mussel. Bull. Scripps Instr. Oceanogr. tech. **4**, 1-64 (1936).
- 27) W. R. COE : Nutrition, environmental conditions, and growth of marine bivalve mollusks. J. Mar. Res, **7**, 3 (1948).
- 28) 古川 厚 : 最近の水中懸濁物測定法について 日水誌. **23**, 124~137 (1957).
- 29) 花岡 資 : 水面生産力の問題 水産増殖叢書, No. **10**, 1~56. (1952).
- 30) 花岡 資 : 内湾生産力の標示について 内水研報告, No. **1** 42~53 (1952).
- 31) 花岡, 村上 : 内湾における水中照度 内水研報告, No. **6** 7~14(1954).
- 32) 菱田耕造 : 海水の濁りに関する研究特に輻射量との関係について 日本海洋学会誌 **9**, **34** (1953).
- 33) W. V. BURT : Interpretation of spectrophotometer readings on Chesapeake Bay waters. J. Mar. Res, **14**, 1 (1955).
- 34) W. V. BURT : Distributuion of suspended materials in Chesapeake Bay. J. Mar. Res, **14**, 1 (1955).
- 35) W. V. BURT : On the attenuation of light in the sea. J. Mar. biol. Ass. U. K. **36**, 223~226 (1957).
- 36) D. L. FOX, J. D. ISAACS & E. F. CORCORAN : Marine leptopel its recovery mea-surement and distribution. J. Mar. Res, **11**, 1 (1952).
- 37) E. D. GOLDBERG, M. BAKER & D. L. FOX : Microfiltration in Oceanographic research. 1. Marine sampling with the molecular filter. J. Mar. Res, **11**, 2 (1952).
- 38) D. L. FOX, C. H. OPPENHEIMER & J. S. KITTREDGE : Microfiltration in Oceanog-raphycaal reseach. 11. Microfiltration of colloidal micells by absorptivic filters and by fil-ter-feeding invertebrates proportions of dispersed organic to dispersed inorganic matter

- and to organic solutes. *J. Mar. Res.*, **12**, 2 (1953).
- 39) F. A. ARMSTRONG & W. R. G. ATKINS: The suspended matter in the sea. *Jour. Mar. biol. Ass. U. K.*, **29**, 1 (1950).
- 40) W. R. G. ATKINS, F. R. S. PAMELA, G. JENKIN & F. J. WARRAN: The suspended matter in the sea water and its seasonal changes as affecting the visual range of the secchi disc. *Jour. Mar. biol. Ass. U. K.*, **33**, 2 (1954).
- 41) P. KORRINGA: Recent advances in oyster biology. *Quart. J. Biol.*, **27**, 3 (1952).
- 42) C. B. JØRGENSEN: Quantitative aspects of filter feeding in invertebrates. *Biol. Rev.*, **30**, 391~454 (1954).
- 43) 花岡, 古川, 野上: 海水中の懸濁質に関する研究—I. 懸濁質係数とその意義. *日水誌*, **22**, 4 (1956)
- 44) D. S. RAWSON: The standing crop of net plankton in lakes. *Jour. Fish. Res. Bd. of Can.*, **10**, 5 (1953).
- 45) Y. MIYAKE & T. ABE: A study on the foaming of sea water. Part I. *Jour. Mar. Res.*, **7**, 1 (1948).
- 46) G. J. LEWIS & N. W. RAKESTRAW: Carbohydrate in sea water. *Jour. Mar. Res.*, **14**, 3 (1955).
- 47) 古川, 小笠原, 久岡, 野上: 海水中の懸濁質に関する研究—II. 浅海有機懸濁質の一測定法. *日水誌*, **22**, 4 (1956).
- 48) 福田, 井上, 西沢: 海中濁度の研究 第1報. 濁度計の試作と予備的観測. *北大水産研究彙報*, **5**, 1 (1954).
- 49) D. JONES & M. S. WILLS: The attenuation of light in sea and estuarine waters in relation to the concentration of suspended solid matter. *Jour. Mar. biol. Ass. U. K.*, **35**, 431~434. (1956).
- 50) 古川, 岡本: 海水中の懸濁質に関する研究—III. 大型懸濁質の簡易測定量について. *水産増殖*, **5**, 2 (1957).
- 51) 花岡, 古川, 野上: 海水中の懸濁質に関する研究—IV. 懸濁質係数と消散係数および濁度との関係. *日水誌*, **26**, 5 (1960).
- 52) 中村中六: アオコの濃さと水中の明るさ. 鰻のシンボジウム, (1955).
- 53) 奥田, 佐藤: 松島湾の水産資源に関する基礎研究. 第1報 松島湾の底質について. *東北水研報告*, No. 4 187~207. (1955).
- 54) 宮地, 波部, 川口, 山路: 舞鶴湾の水産の海洋生物学的基礎. *水産動物の研究*, No. 5 (1950).
- 55) 吉村信吉: 湖沼学, 95~101. (1942).
- 56) 丸茂隆三: 日本近海におけるプランクトン量と透明度との関係. *日本海洋学会誌*, **7** 1~3, (1951).
- 57) E. M. LOW: Studies on some chemical constituents of diatoms. *Jour. Mar. Res.*, **14**, 2 (1955).
- 58) A. G. RILEY & S. GORGY: Quantitative studies of summer plankton populations of the Western North Atrantic. *Jour. Mar. Res.*, **7**, 2 (1948).
- 59) A. L. HANSEN & R. J. ROBINSON: The determination of organic phosphorus in sea water with perchloric acid oxidation. *Jour. Mar. Res.*, **12**, 1 (1953).
- 60) Y. MATIDA: The cycles of phosphorus and nitrogen in Tokyo Bay. *Bul. Jap. Soc. Scientific Fish.*, **19**, 4 (1953).
- 61) J. JOSEPH: Extinction measurements to indicate distribution and trausport of water

- masses ; Proceeding of the UNESCO SYMPOSIUM ON PHYSICAL OCEANOGRAPHY, 59~75 (1955).
- 62) 杉本仁弥 : 都市廃水の分散とカキ養殖の被害についての一例. 内水研報告 No. 6 82~84 (1954).
- 63) 新田忠雄 : 廃水分散の形態. 内水研報告, No. 7 48~52 (1955).
- 64) 辻田時美 : 日本海に発生する有機懸濁物に関する研究. (予報) 日本海洋学会誌, 8, 3. 4 (1953).
- 65) T. TSUJITA : Studies on naturally occurring suspended organic matter in waters adjacent to Japan (ii) . Rec. Oceanogr. Wks. Japan, 1, 2 New Series, (1953).
- 66) 辻田時美 : Plankton の異常繁殖とその随伴現象の研究 西海水研報告, No. 10 (1956).
- 67) S. NISHIZAWA & N. INOUE ; Turbidity distribution and its relation to some oceanographical factors in the Eastern China Sea in the late summer of 1956. Records of Oceanographic Works in Japan, 12, 2 (1958).
- 68) N. G. JERLOV ; Maxima in the vertical distribution of particles in the sea. Deep-Sea Research, 5 173~184 (1959).
- 69) N. G. JERLOV ; Adriatic Thalassographic Cruise 1955 II. Distribution of suspended material in the Adriatic Sea. Estratto Dall'Archivio Di Oceanografia e Limnologia, XI, Fascicolo 2 (1958).
- 70) H. W. WELLS : Abundance of the Hard clam *Mercenaria mercenaria* in relation to environmental factors. Ecology, 38, 1 (1957).
- 71) P. KORRINGA : Oyster culture in South Africa. Hydrographical Biological and Ostreological observations in the Knysna Lagoon, with notes on conditions in other South African Waters. Department of Commerce and Industries, Division of Fisheries Investigational Report, No. 20 (1956).
- 72) 下村敏正 : プランクトンから見た七尾湾の養殖または増殖適性の判定. 日水研報告, No. 3 (1953).
- 73) 古川, 野上 : ハマガリの Clearing Activity について. (口頭発表) 昭31年度日本水産学会春季大会.
- 74) T. R. RICE & R. J. SMITH : Filtering rates of the hard clam (*Venus mercenaria*) determined with radioactive phytoplankton. Fishery Bulletin 129. From Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service, 58, 73~81 (1958).
- 75) 国富 毅 : 養殖業における生産力と生産関係 —特に技術発展と漁業制度の対抗関係について 修道短大論集, 7, 2 (1959).
- 76) カキ養殖 : 東北水研叢書, 第2号 (1952).
- 77) 今井, 伊藤, 中村, 小野寺 : 気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究 環境条件とカキ生産性. 気仙沼湾開発研究会. (1957).
- 78) 昭和28年度宮城県水産試験場業務報告 : 昭和31年3月発行 314~318
- 79) 奥田, 佐藤 : 松島湾の水産資源に関する研究. 第1報 東北水研報告, No. 4 187~207 (1955).
- 80) 山本護太郎 : 松島湾の水産資源に関する基礎研究, 第2報 東北水研報告, No. 4 208~214 (1955).
- 81) 鳥根県水試中海分場 : 牡蠣斃死対策試験報告書, 第1報 1~51 (1952).
- 82) 酒井, 曾我 : 宍道湖および中海の研究雑報. 鳥根大学論集, No. 2 65~77 (1952).
- 83) 梶川豊明 : 中海の赤潮に関する化学的研究. 鳥取県水試研究報告, No. 35 1~364 昭和30年
- 84) 梶川, 佐野, 早栗 : 中海における垂下養殖カキの斃死原因に関する研究. 不連続層の界面張力について. 日水誌, 19, 4 449~455 (1953).
- 85) 宮地, 波部, 川口, 山路 : 舞鶴湾の水産の海洋生物学的基礎. 水産動物の研究, 33~43 (1950).
- 86) 京都府水産試験場報告, 89~93. 昭和28年度
- 87) 京都府水産試験場報告, 201~205. 昭和29, 30年度

- 88) 京都府水産試験場報告, 181~188 昭和29, 30年度
- 89) 京都府水産試験場報告, 13~10 昭和29, 30年度
- 90) 速水頌一郎: 臨海工事による沿岸水域の生産力向上に関する研究II 水理模型実験の相似性について. (I). 1~4 (1958).
- 91) 宮内徹夫: 真珠養殖場の成立条件. 水産増殖, 3, 4 55~60 (1957).
- 92) 佐藤忠勇: 真珠の化粧巻漁場の環境. 水産増殖, 3, 4 61~68 (1957).
- 93) 佐藤忠勇: 的矢湾における真珠養殖の実態特に仕上漁場としての海況について. 的矢湾養蠔研究所研究報告, No. 1 1~72 (1958).
- 94) 高山活夫: 中国九州の真珠養殖業雑感. 真珠研究会伊勢部会々報, 3, 2 (1958).
- 95) 片田 太田, 丹下, 山口: 大村湾内真珠養殖場の海洋調査. 国立真珠研報告, 2 147~157 (1957).
- 96) 片田, 山口: 養殖環境と真珠の色および巻の関係. 真珠研究会伊勢部会々報, 3, 4 6~11 (1958).
- 97) 山田鉄雄: 大村湾口伊浦瀬戸における海況とプランクトンの日変化. 水産学集成, 285~295 (1957).
- 98) 入江, 飯塚: 大村湾の海洋学的並びに浮遊生物学的性状に関する研究. (予報) 長大水研報, No. 2 1~7 (1954).
- 99) 辻田時美: 大村湾の海洋生態学的一考察. 日本海洋学会誌, 9, 1 (1953).
- 100) 飯塚, 入江: 大村湾の海洋学的並びに浮遊生物学的性状に関する研究. (IV) 長大水研報 No. 5 41~52 (1957).
- 101) 太田繁: 長崎県下における真珠業界の現況. 水産増殖, 3, 4 31~33 (1957).
- 102) 太田繁: 大村産アコヤガイと三重産との殻形の比較に関する研究. (I) 国立真珠研報告, No. 2. 119~126 (1957).
- 103) 山口, 太田, 丹下, 片田: 養殖環境と挿核部位による真珠の色および巻きの差異について. 国立真珠研報告, No. 2 137~141 (1957).
- 104) 真珠養殖業の生産構造(I). 水産研究会, 1958年9月
- 105) 古川, 野上, 久岡, 篠岡: 三重県下主要真珠養殖場予備調査結果について. 内水研報告, No. 12 (1959).
- 106) 三重県水産試験場: 真珠養殖関係資料, 1~197 (1954).
- 107) 平賀太寿雄: 昭和34年度の真珠復規制について. 真珠研究会伊勢部会々報, 3, 9 (1959).
- 108) 木村, 山口: 33年度試験養殖について. 真珠研究会伊勢部会々報, 3, 10 (1959).
- 109) 国立真珠研究所, 三重県水産試験場: 立神浦における真珠貝の異常斃死について. 真珠研究会伊勢部会真珠資料, No. 2 (1958).
- 110) 沢田, 丹下, 関: 真珠養殖漁場の養殖海洋学的研究I. 1958年7月英虞湾立神舞における真珠貝異常斃死漁場の観測結果について. 国立真珠研報告, No. 4 (1958).
- 111) 宮内徹夫: 良質真珠の養殖法について. 真珠研究会伊勢部会々報, 3, 8 19~31 (1958).
- 112) 小林新二郎: 真珠の品質と真珠貝の養殖深度との関係. 真珠の研究, 2, 12 (1951).
- 113) 渡部, 岡田, 宮村, 井上: アコヤ貝の養殖真珠の品質と養殖深度との関係. 日水誌, 23, 5 (1957)
- 114) 太田, 穂山, 三代: サルボウの稚仔の生態について. 島根水試中海分場, (1955).
- 115) 松原, 木村: 藻貝 *Anadara subcrenata* の採苗に関する研究. 広島県水試報告, 17, 2 (1956)
- 116) 村上彰男: 笠岡湾海洋調査報告 内水研究報告, No. 6 (1954).

Appendix I.

Phyto-plankton 乾物量の測定法について

海水中の懸濁質の総乾物量は本文で述べた方法により求めることができるわけであるが、ただ後述する如く、Phyto-plankton 乾物量は、いわゆる Pigment Analysis により推定する方法をとったために、供試料は、すべて高温乾燥を避け、次のような低温乾燥処理により懸濁質乾物量を求めた。

すなわち、海水適当量を“Membrane filter”で吸引濾過したものを、30°C 3 mm (水銀柱) 1時間30分の条件下で減圧乾燥した。

減圧乾燥量と105°C高温乾燥量との関係は懸濁質の構成内容、あるいはその量の多寡により相異した結果が一応考えられもしたが、今回得られた実験結果(表I)では両者は大体一致すると考えられる。

Pigment Analysis は F. A. RICHARDS^(1,2,3) に準じて行なった。その概要は次の通りである。

表I 減圧乾燥と105°C乾燥比較

水 域	金 輪(海田湾)			幸の浦(江田島)		
	採 水 層	上	中	下	上	中
減 圧 乾 燥	mg 3.7	mg 3.1	mg 2.7	mg 4.0	mg 3.6	mg 2.7
100°C 乾 燥	3.7	3.1	2.6	3.9	3.4	2.7

大型懸濁質については、まず海水を採水器または Pump で一定量(大体50ℓ)採水し、plankton-net XX-13 で濾過したものを採水濾過後可及的速かに“Membrane filter”(平均孔径400μ)で減圧濾過し、減圧乾燥し、恒量とする。かくして得られた値を乾物量(mg/ℓ)とした。この場合、塩類の影響を除くために蒸留水で良く洗浄する。

次に乾物を90% Acetone (10~5 ml.) で色素を抽出し、24時間後(抽出中は暗冷所に置く)遠心分離し(3,000回, 15分)上ずみを日立製分光光度計(Cell, 10mm)で測定した。

小型懸濁質の場合は、前述 Plankton net XX-13 での濾液を一定量(普通1~2ℓ)“Membrane filter”で濾過し、減圧乾燥したものについて大型懸濁質と同様処理し、吸光度を各波長について測定した。

以上の如くして求めた測定値を次式に代入し、それぞれの Pigments 量を計算するか、あるいは A. C. DUXBURY & C. S. YENTSCH の Plankton Pigment Nomograph を使用し図上計算をした。

計算式は F. A. RICHARDS の求めたもので、Chlorophyll 系色素については次式を適用した。

$$Ca \text{ (mg/ℓ)} = 15.6D_{665} - 2.0D_{645} - 0.8D_{630}$$

$$Cb \text{ (mg/ℓ)} = 25.4D_{645} - 4.4D_{665} - 10.3D_{630}$$

$$Cc \text{ (mg/ℓ)} = 109D_{630} - 12.5D_{665} - 28.7D_{645}$$

ここに Ca, Cb, Cc はいずれも Chlorophyll a, b, c であり D は各波長(添字)における $\log \frac{I_0}{I_D}$ である。

Carotenoid 系色素については次式を適用した。

$$\text{Nonastacian (MSPU/ℓ)} = 7.6 (D_{480} - 1.49D_{510})$$

$$\text{Astacian (MSPU/ℓ)} = 2 (4.45D_{510} - D_{480})$$

$$\text{ここに } D_{510} = D_{510} - 0.0026Ca - 0.0035Cb - 0.0021Cc$$

$$D_{480} = D_{480} - 0.0019Ca - 0.0136Cb - 0.0054Cc$$

である。

元来上記各計算式は原著者が行なった測定方法にのみ適用されるもので、上式を適用するためには、別に使用した方策が原著者の場合と近似した結果を示すことが前提となることは申すまでもない所であろう。

以上の観点に立って若干の吟味を行なった結果は次の通りである。

原著で使用している Filter は米國製のいわゆる“AA型 Millipore” Membrane filter であるが、著者

等の使用したものはドイツ製“Membrane filter”である。従ってこれら両 Filter の90% Acetone 溶液の光学的特性値を若干比較しておくことは必要なことと考えられる。そこで“Membrane filter”についての $\log I_0/I_p$ を求め原著の値とを比較した結果は表Ⅱの如くであり短波長側で“AA型” Filter よりやや大きな値を示す傾向が見られるが、その差は余り大きくないと考えられる。

表Ⅱ 濾紙90% Acetone 溶液の吸光度 ($\log I_0/I_p$)
 濾紙は“Membrane Filter”,
 *は文献 (Apr) より転載.

波長 m μ	吸光度			AA型*	AA型*	HA型*
	Sol. I	Sol. II	Sol. III	直径 4.7	直径3.9	直径4.7
400	.0088	.0044	.0083			
410	.0066	.0044	.0074			
420	.0052	.0044	.0052			
430	.0044	.0035	.0048			
440	.0044	.0035	.0044			
450	.0044	.0026	.0044			
460	.0035	.0022	.0044			
470	.0035	.0022	.0039			
480	.0022	.0017	.0022	.005	.002	.012
490	.0022	.0017	.0035			
500	.0031	.0013	.0031			
510	.0031	.0013	.0022	.004	.001	.010
520	.0013	.0009	.0022			
530	.0013	.0009	.0022			
540	.0013	.0009	.0013			
550	.0013	.0004	.0013			
560	.0004	.0000	.0013			
570	.0000	.0000	.0013			
580	.0000	.0000	.0004			
590	.0000	.0000	.0004			
600	.0000	.0000	.2000			
610	.0000	.0000	.0000			
620	.0000	.0000	.0000			
630	.0000	.0000	.0000	.002	.000	.006
640	.0000	.0000	.0000			
645	.0000	.0000	.0000	.001	.000	.006
650	.0000	.0000	.0000			
660	.0004	.0000	.0000			
665	.0004	.0000	.0000	.001	.000	.005
670	.0000	.0000	.0000			
680	.0000	.0000	.0000			
690	.0000	.0000	.0000			
700	.0004	.0000	.0004			
750	—	—	—	.001	.000	.004

次に上記方法によって求めた大・小型懸濁質の吸光曲線の一例を表Ⅲ、図Ⅰに示した。各測定とも吸光曲線は大体同様な傾向を示し、430m μ 、450m μ 、625m μ 、660m μ の附近に吸収の大きな所がある。この結果は原著の場合と近似である。正確を期するためには、所要の物質を単離し、上記各式の常数を吟味する必要があるが、著者等はいわゆる懸濁質の色素研究を直接目的とするものではなく、色素量より、Phyto-plankton 量を推定することが目的であり、その間には後述する如く、Plankton equivalent の問題があり、仮りに色素量の推定が極めて精度良く行なわれたとしても Phyto-plankton 量の推定が必ずしも正確度を増すとは一義的には考えられないようにも思われる。そこで今回は一応上述2つの吟味を行なった結果が原著のそれに近似していたので、前述計算式をそのまま適用した。

以上の次第で著者等がここで求めようとしている Phyto-plankton 量とは極めて概略的なものであり、その詳細な面については将来研究するつもりであると同時に、懸濁質中に存在する色素の Spectra に関しては今後更に研究する予定である。

Pigment Analyses により Phyto-plankton 量を推定する試みは方法の簡便さからかなり盛んに行なわれている。

H. W. HARVEY は色素単位 (Units of pigment) なるものを提称 (Plankton-equivalents の表を作成した。しかし、今の所では必ずしも、その換算式について研究者間に一致がみられているとはいえないようである。

RILEY, PACE, STRAIN などの研究から見て

も、それぞれ種が異なれば Plankton-equivalents も変化するし、同一種であっても棲息環境が変化すれば Pigment 含量は差異を示すことが推定できる。従って種々の Plankton を含む海水中の Plankton-equivalents を適確に求めることはかなり困難なことになりがちでない。

W. R. G. ATKINS & P. G. JENKINS P. G. JENKINS は英国海峡 (E₁) で行なった Phyto-plankton 変化についての調査報告中で、G. A. RILEY の求めた、乾物量中の2.91%が Chlorophyll であるとの結果は各

表III 懸濁質の90% Acetone 抽出液の吸収 Spectra

A—I 海田湾大型懸濁質 (5.5mg dry matter/100ℓ)

A—II 海田湾小型懸濁質 (2.6mg dry matter/2ℓ)

B—I 幸ノ浦大型懸濁質 (1.9mg dry matter/20ℓ)

B—II 幸ノ浦小型懸濁質 (1.2mg dry matter/1.7ℓ)

波 長 (mμ)	Slit (mm)	Log I ₀ /I (1cm)				a *	c *	c *
		A — I	A — II	B — I	B — II	LogE $\frac{1gm}{1cm}$	LogE $\frac{1cm}{1cm}$	LogE $\frac{1cm}{1cm}$
400	0.2	.2510	.0410	.0495	.0301	1.764	1.378	1.373
410	0.2	.3002	.0458	.0580	.0362	1.859	1.441	1.436
420	0.2	.3363	.0501	.0630	.0400	1.849	1.572	1.573
430	0.2	.4089	.0555	.0757	.0458	1.940	1.730	1.733
440	0.2	.3635	.0505	.0655	.0410	1.696	1.883	1.889
450	0.2	.3206	.0458	.0595	.0400	.949	1.895	1.899
460	0.2	.2741	.0410	.0506	.0339	.405	1.677	1.674
470	0.2	.2097	.0301	.0376	.0255	.276	1.216	1.202
480	0.2	.1805	.0232	.0325	.0200	.278	.732	.718
490	0.2	.1355	.0177	.0246	.0155	.368	.468	.441
500	0.2	.0921	.0132	.0177	.0088	.410	.368	.344
510	0.2	.0605	.0088	.0132	.0044	.412	.329	.295
520	0.2	.0410	.0066	.0088	.0022	.417	.353	.320
530	0.2	.0315	.0066	.0066	.0022	—	.437	.415
540	0.2	.0246	.0066	.0044	.0022	.591	.519	.499
550	0.2	.0200	.0052	.0044	.0009	.567	.545	.529
560	0.2	.0223	.0052	.0044	.0009	.706	.654	.645
570	0.2	.0283	.0048	.0048	.0004	.855	.763	.736
580	0.2	.0320	.0048	.0048	.0009	.942	.867	.857
590	0.2	.0269	.0044	.0044	.0004	.915	.757	.748
600	0.25	.0315	.0066	.0066	.0035	.986	.583	.560
610	0.25	.0410	.0079	.0088	.0044	1.144	.573	.563
620	0.25	.0410	.0088	.0066	.0044	1.172	.760	.760
630	0.25	.0367	.0066	.0066	.0039	1.076	1.015	1.024
640	0.25	.0405	.0088	.0066	.0044	1.074	.841	.837
645	0.25	.0565	.0110	.0092	.0066	1.215	.642	.621
650	0.25	.0915	.0137	.0155	.0101	1.417	.444	.441
660	0.25	.1500	.0186	.0259	.0146	1.838	.036	.043
665	0.25	.1278	.0168	.0218	.0128	1.824	.020	.043
670	0.25	.0846	.0128	.0131	.0088	1.534	—	—
680	0.25	.0223	.0044	.0044	.0022	.972	—	—
690	0.25	.0066	.0039	.0022	.0004	—	—	—
700	0.25	.0044	.0022	.0004	≐0	—	—	—

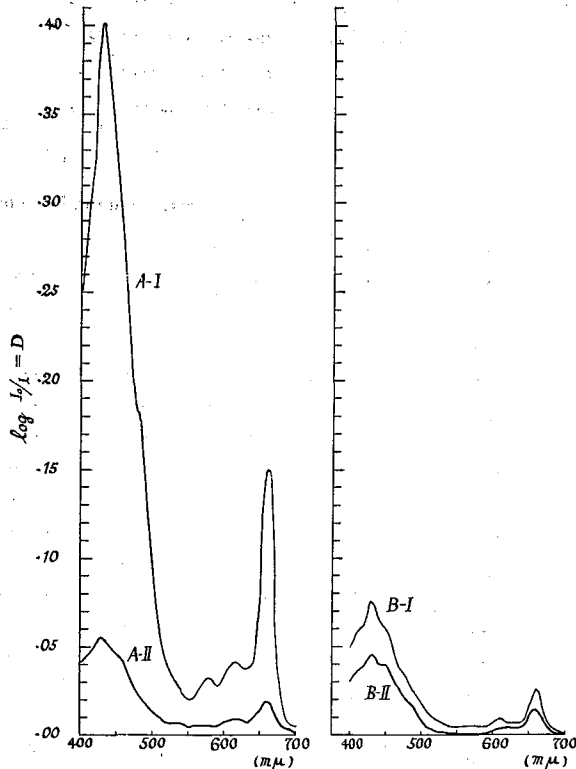
* F. A. RICHARDS⁵⁸⁾より転載

a ... Chlorophyll a.

c ... Chlorophyll c.

Absorption spectra of 90% acetone extracts of suspended matter.

図I 懸濁質の90% Acetone 抽出液の吸収 spectra



A-I…海田湾大型懸濁質 (5.5mg. dry matter/100ℓ)
 A-II…海田湾…小型懸濁質 (2.6mg. dry matter/2ℓ)
 B-I…幸ノ浦大型懸濁質 (1.9mg. dry matter/20ℓ)
 B-II…幸ノ浦小型懸濁質 (1.2mg. dry matter/1.7ℓ)
 Absorption spectra of 90% acetone extracts of natural
 suspended matter collections

の長さは50mmである。

無機磷酸塩の定量は処理海水50mℓを超硬質三角フラスコにとり、Ammonium molybdate 試薬ならびに塩化錫試薬の所定量を注加し、発色後7~10分以内で測定し、別に作った検量線から、その量を求めた。

全磷は前記処理海水より50mℓを正確にとり、60%過塩素酸3mℓを加え、加熱処理した後、12N. HCl 3mℓを注加し急速に加熱して砒素の影響を可及的に小さくするようにした。以上の如く処理したものを1N NaOHで中和し(フェノールフタレン指示薬)、再蒸溜水で正確に50mℓとする。かくしたものについて前記無機磷酸塩の定量法に準じて、磷の量を求めた。

さらに有機磷は全磷に無機磷との差分をあてた。

原著¹⁾で得られた全磷の空試験値が0.36 μg-atom P/ℓであるに対して、著者等のそれは0.46 μg-atom P/ℓで若干大きな値を示した。その原因の一部は使用した酸のためと考えられるが、原著に同時記載されている硫酸分解の場合の1.09 μg-atom P/ℓと比較すればかなり小さな値であるので、次後の分析は、以上の方法・試薬で行なった。

β-Glycerophosphoric acid disodium salt [CH₂OH·CH(OPO₃Na₂)CH₂OH·5H₂O]の既知量を用いての、再現性を検討した結果はかなり良い一致度を示したが、(理論値0.4 μg-atom P/ℓ: 実験値0.39, 0.42

種 Plankton の混在下で得られた値であるという理由から、海水中の Plankton に適用することは、むしろ単一種の値より妥当であると考え、彼らの得た調査結果の論議に援用している。

著者等は前述の如き未解決の諸点を考慮の上、P. G. JENKINS などの使用した Plankton-equivalent を適用した。なお P. G. JENKINS は Chlorophyll a および b を分離していないので、著者等もこれに準じた。すなわち次式により Phytoplankton の乾物量を求めた次第である。

$$P = 34.4 \times (Ca + Cb)$$

ここに P は Phyto-plankton 乾物量 (mg/ℓ) Ca, Cb はそれぞれ Chlorophyll a, b の量 (mg/ℓ) である。

Appendix II

各種形態磷の定量法について

生海水を適当な Filter で濾別した濾液について、次の方法によりそれぞれの磷の定量を行なった。

分析方法としては、A. L. HANSEN & R. J. ROBINSON¹⁾の過塩素酸法に準じた。なお本測定に使用した試薬はすべて分析用特級で、酸類を除く他の試薬はメルク製を用いた。比色計は日立製分光光度計を使用し、測定波長は625mμ, Cell

$\mu\text{g-atom P}/\ell$, 理論値 $0.8\mu\text{g-atom P}/\ell$: 実験値 $0.76, 0.78\mu\text{g-atom P}/\ell$ の含有量の増加にともない分解の不充分さが感じられるので, 海水分析にあたっては, 原著記載とはなれて分解時間を延長し, 原則的に溶液が透明になるまでとした。

引用文献

- 1) A. L. HANSEN & R. J. ROBINSON: The determination of organic phosphorus in sea water with perchloric acid oxidation. *Jour. Mar. Res.* 12, 1 (1953).
- 2) G. I. CREITZ & F. A. RICHARDS: The estimation and characterization of plankton populations by pigments analysis. III. A note on the use of "Millipore" membrane filters in the estimation of plankton pigments. *Jour. Mar. Res.* 14, 3 (1955).
- 3) F. A. RICHARDS: The estimation and characterization of plankton populations by pigment analyses I. The absorption spectra of some pigments occurring in Diatoms, Dinoflagellates and brown algae. *Jour. Mar. Res.* 11, 2 (1952).
- 4) A. C. DUXBURY & C. S. YENTSH: Plankton pigment nomographs. *Jour. Mar. Res.* 15, 1 (1956).
- 5) H. W. HARVEY: Measurement of phytoplankton population. *Jour. Mar. biol. Ass. U.K.* 19, 761~773 (1933~1934).
- 6) H. V. SVERDRUP, W. JOHNSON & R. H. FLEMING: *The Oceans*, Fourth Printing. p. 29 (1952).
- 7) G. A. RILEY: Plankton studies 3. Long Island Sound. *Bull. Bingham Oceanog. Coll.*, 7, (3) (1941).
- 8) N. PACE: Pigments of marine diatom. *Nitzschia closterium*. *Jour. Biol. Chem.*, 149, 483~489 (1941).
- 9) H. H. STRAIN: The pigments of algae, *Manual of Phycology*. ch. 13. Waltham. Mass. U. S. A (1951).
- 10) W. R. G. ATKINS & P. G. JENKINS: Seasonal changes in the phytoplankton during the year 1951-52 as indicated by spectrophotometric chlorophyll determinations. *Jour. Mar. biol. Ass. U. K.*, 31 (1953).
- 11) P. G. JENKINS: Seasonal changes in the phytoplankton as indicated by spectrophotometric chlorophyll estimations 1952-1953. *Papers in Marine Biology and Oceanography*, Suppl to Vol. 3, of Deep-Sea Research.